

Môn: Bê Tông Cốt Thép

GV: ThS. Trình Minh Phong

Email: phong.trinh28@gmail.com

TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2020



Sơ lược lịch sử phát triển

1850: Ra đời cùng với xi măng

1880: Nghiên cứu cường độ BTCT, lực dính, đặt CT vào giữa chiều cao tiết diện

1886: Đặt cốt thép vào vùng kéo

1890: Tính BTCT theo phương pháp ứng suất cho phép

1920 Tính theo phương pháp nội lực phá hoại

1955 Tính theo phương pháp trạng thái giới hạn

Tài liệu tham khảo

- 1./ Giáo trình: Bê tông cốt thép - *Đại học Kiến Trúc Tp.HCM*
- 2./ Kết cấu bê tông cốt thép - Phần cấu kiện cơ bản, *Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2006*
- 3./ Sàn bê tông cốt thép toàn khối - *Nguyễn Đình Cống, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2005*
- 4./ Tính toán tiết diện cột bê tông cốt thép, *Nguyễn Đình Cống (chủ biên), NXB Xây dựng 2005*
- 5./ TCVN 5574-2012

Tiêu chuẩn về BTCT

Vật liệu , thiết kế, thi công, nghiệm thu,
sản phẩm đúc sẵn

TCVN 6025.	BT- phân mức theo cường độ chịu nén
TCVN 3118.	BT nặng – phương pháp xác định cường độ nén
TCVN 1651.	Thép cốt BT cán nóng
TCVN 6285.	Thép cốt BT – thép thanh vằn
TCVN 5574.	Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu BT & BTCT
TCVN 4116.	Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu BT & BTCT thủy công
TCXD 198.	Nhà cao tầng, thiết kế kết cấu BTCT toàn khối
TCVN 5572.	Bản vẽ thi công kết cấu BTCT
TCVN 4612.	Ký hiệu qui ước & thể hiện bản vẽ kết cấu BTCT
TCVN 6048.	Bản vẽ nhà & công trình xây dựng- ký hiệu cho CTBT
TCVN 4453.	QF thi công & nghiệm thu kết cấu BT & BTCT toàn khối
TCVN 5724.	Điều kiện kỹ thuật tối thiểu để thi công & nghiệm thu kết cấu BT & BTCT
TCXDVN 356:2005. Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu BT & BTCT	

BỒ CỤC

Chương 1: Khái niệm chung

Chương 2: Tính chất cơ lý của vật liệu

Chương 3: Nguyên lý tính toán và cấu tạo

Chương 4: Cấu kiện chịu uốn

Chương 5: Kết cấu sàn

Chương 6: Cấu kiện chịu uốn - xoắn

Chương 7: Cấu kiện chịu nén, kéo

Chương 8: Tính toán cấu kiện theo TTGH thứ 2

1.1 Khái niệm về Bê tông cốt thép

1.2 Phân loại Bê tông cốt thép

1.2.1 Phân loại theo phương pháp thi công

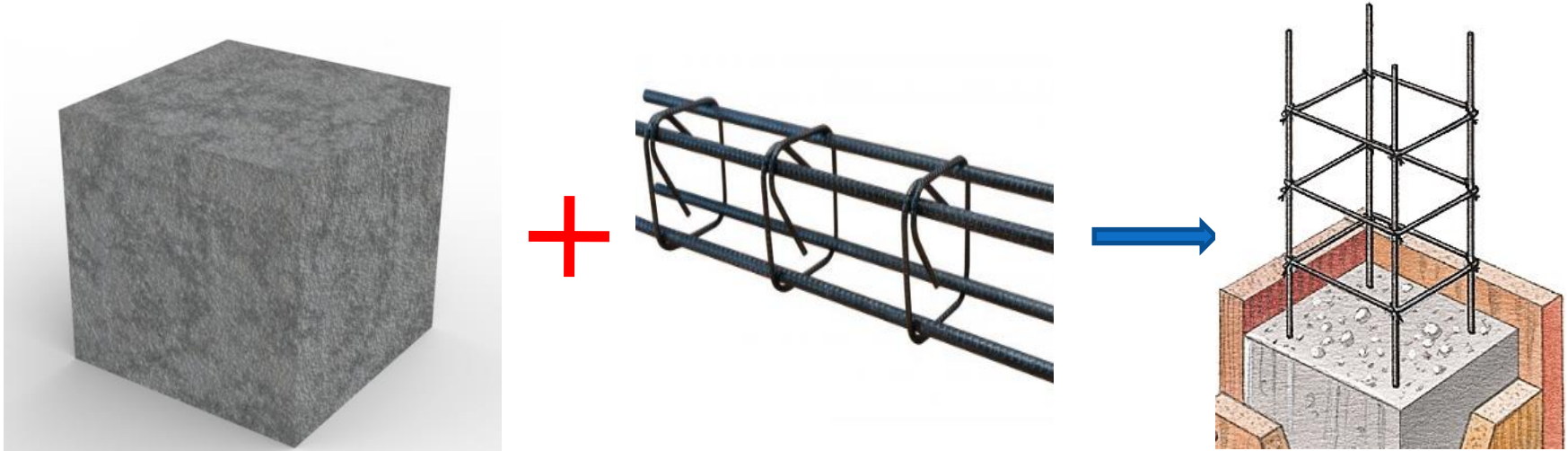
1.2.2 Phân loại theo trạng thái ứng suất

1.3 Ưu, nhược và phạm vi sử dụng

1

Khái niệm chung

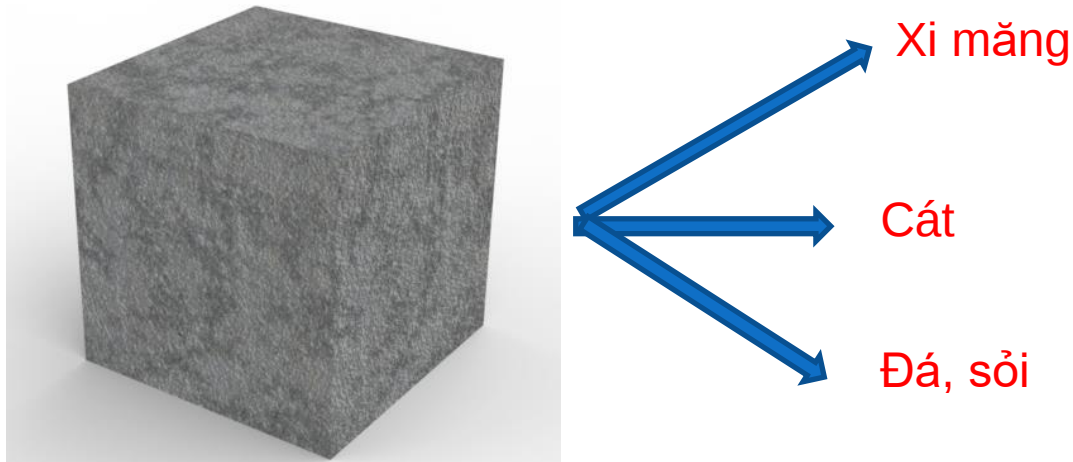
1.1 Khái niệm về Bê tông cốt thép



Bê tông cốt thép (BTCT) là một loại vật liệu xây dựng phức hợp do bê tông và cốt thép cùng cộng tác chịu lực với nhau

1

Khái niệm chung



Bê tông được chế tạo từ xi măng, cát, đá, sỏi thành một thứ đá nhân tạo. Có khả năng **chịu nén khá** nhưng khả năng **chịu kéo lại rất kém**

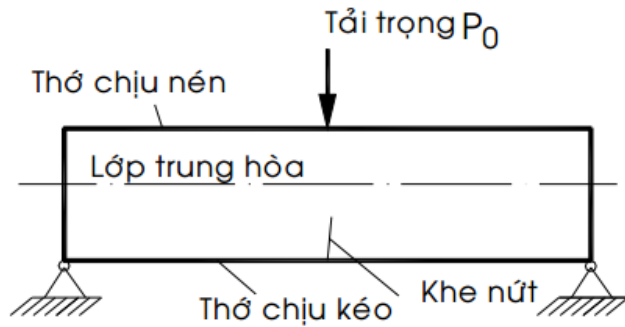
Thép là vật liệu chịu kéo hoặc chịu nén đều tốt.



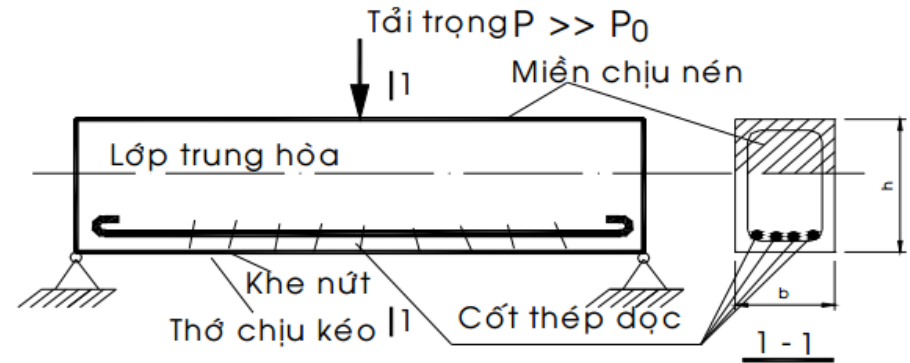
Do vậy, đặt cốt thép vào trong bê tông để tăng cường khả năng chịu lực cho kết cấu

1

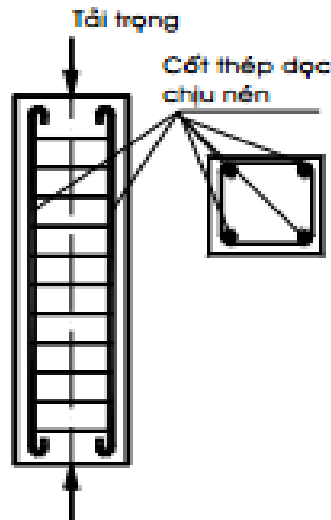
Khái niệm chung



Hình 1.1a. Dầm BT (không cốt thép) chịu uốn – khả năng chịu lực rất kém vì BT chịu kéo rất tồi



Hình 1.1b. Dầm BTCT chịu uốn tốt với cốt thép dọc đặt trong miền chịu kéo



Hình 1.2. Cốt thép đặt trong cấu kiện chịu nén

- Đặt cốt thép vào vùng kéo, dầm BTCT có thể chịu lực nhiều hơn dầm betong có cùng kích thước đến hàng chục lần
- Đặt cốt thép vào vùng nén: tăng khả năng chịu lực, giảm kích thước tiết diện.

Tại sao Bê tông và cốt thép có thể cùng cộng tác chịu lực??

- Bê tông và cốt thép dính chặt với nhau, có thể truyền lực qua lại
- Giữa Bê tông và cốt thép không xảy ra phản ứng hoá học.
- Cốt thép và bê tông có hệ số giãn nở vì nhiệt α gần giống nhau.

$$\alpha_c = 0,00001$$

$$\alpha_s = 0,000012$$

1.2 Phân loại Bê tông cốt thép**1.2.1/Theo phương pháp thi công**

- Bê tông cốt thép toàn khối
- Bê tông cốt thép lắp ghép

1.2.2/ Theo trạng thái ứng suất

- Bê tông cốt thép thường
- Bê tông cốt thép ứng lực trước

1.2 .1 Phân loại theo phương pháp thi công

1. Bê tông cốt thép toàn khối

- Ghép ván khuôn, đặt cốt thép và đổ bê tông ngay tại vị trí thiết kế của kết cấu
- Ưu điểm: độ cứng lớn, chịu tải trọng động tốt, hình thức đa dạng
- Nhược điểm : tốn ván khuôn, cây chống, kéo dài thời gian thi công..

2. Bê tông cốt thép lắp ghép

- Chế tạo tại nhà máy được vận chuyển đến công trường, sau đó tiến hành lắp ghép
- Ưu điểm: thi công nhanh, ít tốn ván khuôn , cây chống
- Nhược điểm: độ cứng kém hơn, cấu kiện không đa dạng

3. Bê tông cốt thép bán lắp ghép

- Một số cấu kiện thi công tại chỗ, một số lắp ghép

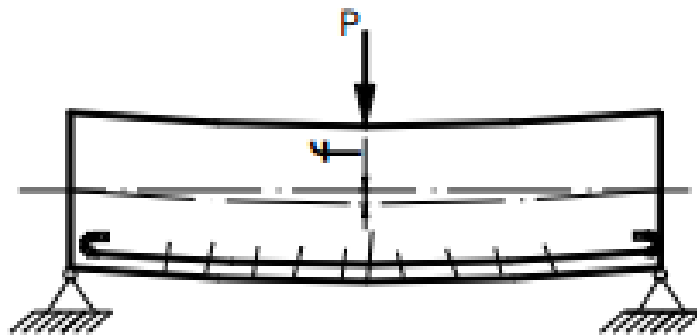
1.2 .2 Phân loại theo trạng thái ứng suất

1. Bê tông cốt thép thường

- Khi chế tạo cầu kiện, cốt thép ở trạng thái không có ứng suất

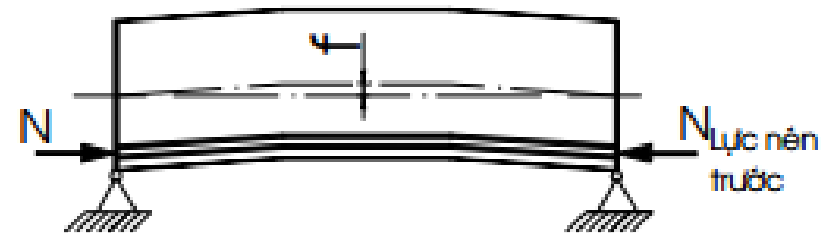
2. Bê tông cốt thép ứng lực trước

- Trong khi chế tạo cầu kiện, căng cốt thép để nén vùng bê tông chịu kéo do tải trọng gây ra, nhằm triệt tiêu ứng suất kéo và khe nứt.



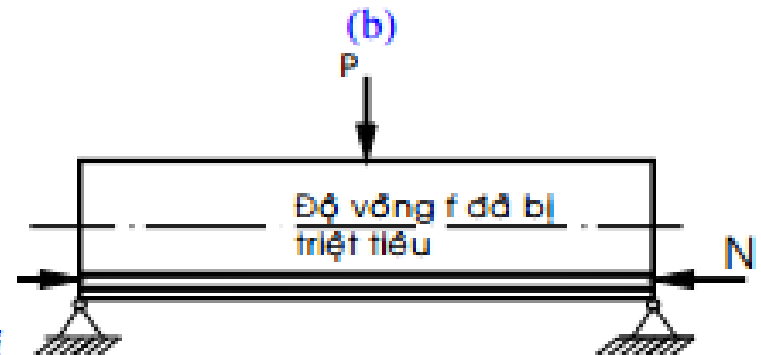
(a)

(a) Dầm BTCT thường khi chịu tải trọng sử dụng P



(b)

(b) Dầm BTCT được gây ứng lực trước.



(c)

(c) $= (b) + (a)$ Dầm BTCT được gây ứng lực trước khi chịu tải trọng P



***Thi công BTCT
toàn khối***



***Thi công BTCT
ứng suất trước***

1.3 Ưu nhược điểm Bê tông cốt thép

Ưu điểm

- Khả năng chịu lực lớn, chịu tải trọng động tốt
- Bền vững, bảo dưỡng ít tốn kém
- Chịu lửa tốt
- Đa dạng về hình dáng kết cấu

Nhược điểm

- Dễ có khe nứt tại vùng kéo
- Cách âm, cách nhiệt kém
- Thi công dài và phức tạp
- Trọng lượng bản thân lớn

1.3 Ưu nhược điểm Bê tông cốt thép**Đánh giá trọng lượng kết cấu**

Kết cấu	γ (kg/cm ³)	R_n (kG/cm ²)	$c = \gamma/R_n$
<i>BTCT</i>	2500×10^{-6}	90	$27,8 \times 10^{-6}$
<i>Thép</i>	7850×10^{-6}	2100	$3,7 \times 10^{-6}$
<i>Gỗ</i>	800×10^{-6}	150	$5,3 \times 10^{-6}$

Bê tông cốt thép được sử dụng rộng rãi trong tất cả các ngành xây dựng: dân dụng và công nghiệp, xây dựng giao thông, thủy lợi, xây dựng quốc phòng..

2.1 Bê tông

2.2.1 Cường độ của bê tông

2.2.2 Mác Bê tông

2.2.3 Biến dạng của bê tông

2.2 Cốt thép

2.2.1 Các loại cốt thép dùng trong BTCT

2.2.2 Một số tính chất cơ bản của cốt thép

2.2.3 Phân nhóm cốt thép

2.3 Bê tông cốt thép

3.2.1 Lực dính giữa bê tông và cốt thép

3.2.2 Ứng suất ban đầu do bê tông co ngót

3.2.3 Sự phá hoại và hư hỏng của BTCT

2.1 Bê tông

2.2.1 Cường độ của bê tông

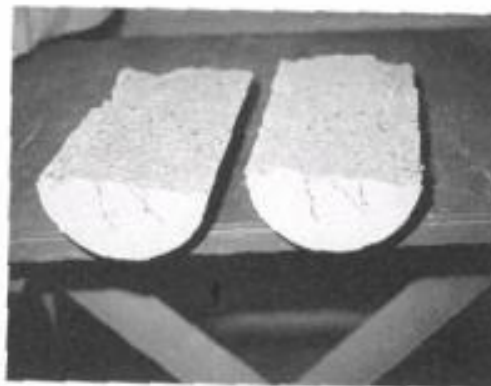
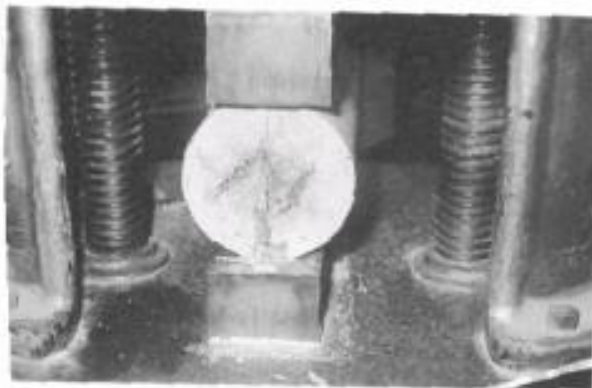
- Cường độ là đặc trưng cơ bản của bê tông, phản ánh khả năng chịu lực của nó.
- Với bê tông cần xác định **cường độ chịu nén** và **cường độ chịu cắt**.
- Để xác định cường độ của bê tông người ta dùng thí nghiệm mẫu.



Nén mẫu hình trụ



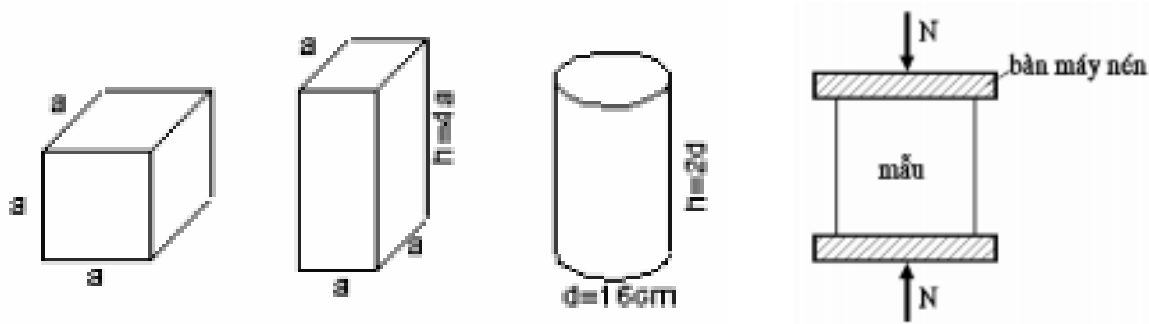
Uốn mẫu



Nén chẻ mẫu trụ tròn (splitting test)

2.1 Bê tông

- Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén:



- Cường độ chịu nén: $R_n = \frac{N}{F}$

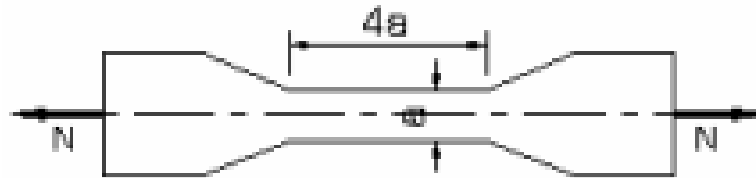
N là lực phá hoại

F là diện tích tiết diện

- Bê tông thông thường có $R_n = 100 \div 600 \text{ KG} / \text{cm}^2$

2.1 Bê tông

- Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo:



- Cường độ chịu kéo: $R_k = \frac{N}{F}$

N là lực phá hoại

F là diện tích tiết diện

- Bê tông thông thường có $R_k = 10 \div 40 \text{ KG} / \text{cm}^2$

2.1 Bê tông

Các nhân tố ảnh hưởng đến cường độ của bê tông:

- Xi măng: cường độ xi măng tăng thì cường độ bê tông cũng tăng.
- Tỷ lệ N/X : thông thường $N/X=0,4 \rightarrow 0,7$. Khi tỷ lệ N/X tăng thì cường độ giảm và biến dạng co ngót tăng.
- Cốt liệu (cát, đá, sỏi): yêu cầu sạch và ít tạp chất, cốt liệu có bề mặt nhám, xù xì thì sẽ dính kết nối tốt với xi măng.

2.1 Bê tông

Bảo dưỡng bê tông:

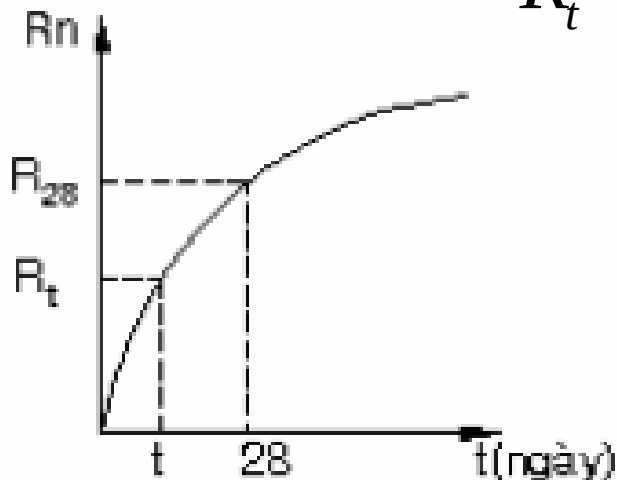
- Trộn vữa bê tông phải liên tục, đầm chặt để đảm bảo hỗn hợp đồng nhất..
- Điều kiện thuận lợi để bê tông đông cứng là nhiệt độ từ $15 \div 25^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $W=80\div 90\%$.
- Sau khi đúc bê tông phải thường xuyên tưới ẩm bề mặt nếu không nước sẽ thoát ra nhanh gây co ngót

2.1 Bê tông

Sự tăng cường độ bê tông theo thời gian:

- Cường độ Bê tông tăng nhanh trong giai đoạn đầu và đạt cường độ thiết kế sau 28 ngày.

$$R_t = 0,7 \times R_{28} \times \lg t$$



Cường độ của bê tông
tăng theo thời gian

$$R_7 = 59\% R_{28}$$

$$R_{14} = 80\% R_{28}$$

2.1 Bê tông

2.1.2 Mác của bê tông, cấp độ bền

- Mác bê tông là **cường độ chịu nén trung bình** (kG/cm^2) của mẫu khối vuông $a=15\text{cm}$, tuổi 28 ngày, được dưỡng hộ và thí nghiệm trong điều kiện tiêu chuẩn
- Ví dụ. M250 là bê tông có cường độ chịu nén trung bình là 250kG/cm^2
- Trong kết cấu bê tông cốt thép không dùng bê tông có mác nhỏ hơn M200.

2.1 Bê tông

- Cấp độ bền chịu nén (B) là giá trị **cường độ chịu nén đặc trưng (Mpa)** được xác định theo xác suất bảo đảm không dưới 95% xác định trên các mẫu tiêu chuẩn lập phương cạnh $a=15\text{cm}$ ở 28 ngày tuổi
- Bảng quy đổi từ mác sang cấp độ bền :
Phụ lục A TCVN 356:2005

**Bảng A.1 – Tương quan giữa cấp độ bền chịu nén của bê tông và
mác bê tông theo cường độ chịu nén**

Cấp độ bền chịu nén	Cường độ trung bình của mẫu thử tiêu chuẩn, MPa	Mác theo cường độ chịu nén	Cấp độ bền chịu nén	Cường độ trung bình của mẫu thử tiêu chuẩn, MPa	Mác theo cường độ chịu nén
B3,5	4,50	M50	B35	44,95	M450
B5	6,42	M75	B40	51,37	M500
B7,5	9,63	M100	B45	57,80	M600
B10	12,84	M150	B50	64,22	M700
B12,5	16,05	M150	B55	70,64	M700
B15	19,27	M200	B60	77,06	M800
B20	25,69	M250	B65	83,48	M900
B22,5	28,90	M300	B70	89,90	M900
B25	32,11	M350	B75	96,33	M1000
B27,5	35,32	M350	B80	102,75	M1000

2.1 Bê tông

2.1.3 Biến dạng của Bê tông

- a) Biến dạng do co ngót
- b) Biến dạng do nhiệt độ
- c) Biến dạng do tải trọng ngắn hạn
- d) Biến dạng do tải trọng tác dụng dài hạn-từ biến
- e) Môđun đàn hồi, môđun biến dạng, môđun chống cắt của bê tông

2.2 Cốt thép

2.2.1 Các loại cốt thép dùng trong BTCT

a) Theo thành phần hoá học

- **Thép cacbon** : CT3 (hàm lượng cacbon 3%).
Hàm lượng C càng nhiều thì cường độ thép tăng nhưng thép càng giòn
- **Thép hợp kim thấp**: thêm các nguyên tố Mn, Si, Cr... nhằm nâng cao cường độ

2.2 Cốt thép

2.1.1 Các loại cốt thép dùng trong BTCT

b) Theo cách gia công, chế tạo

- **Cốt cán nóng**: cốt cán nóng $\varnothing \geq 10$ được sản xuất thành thanh 11.7m, cốt cán nóng $\varnothing < 10$ được sản xuất thành cuộn.
- **Sợi thép kéo nguội**: $\varnothing = 3 \div 8 \text{mm}$ gia công không qua lửa

2.2 Cốt thép

2.2.1 Các loại cốt thép dùng trong BTCT

c) Theo hình thức mặt ngoài

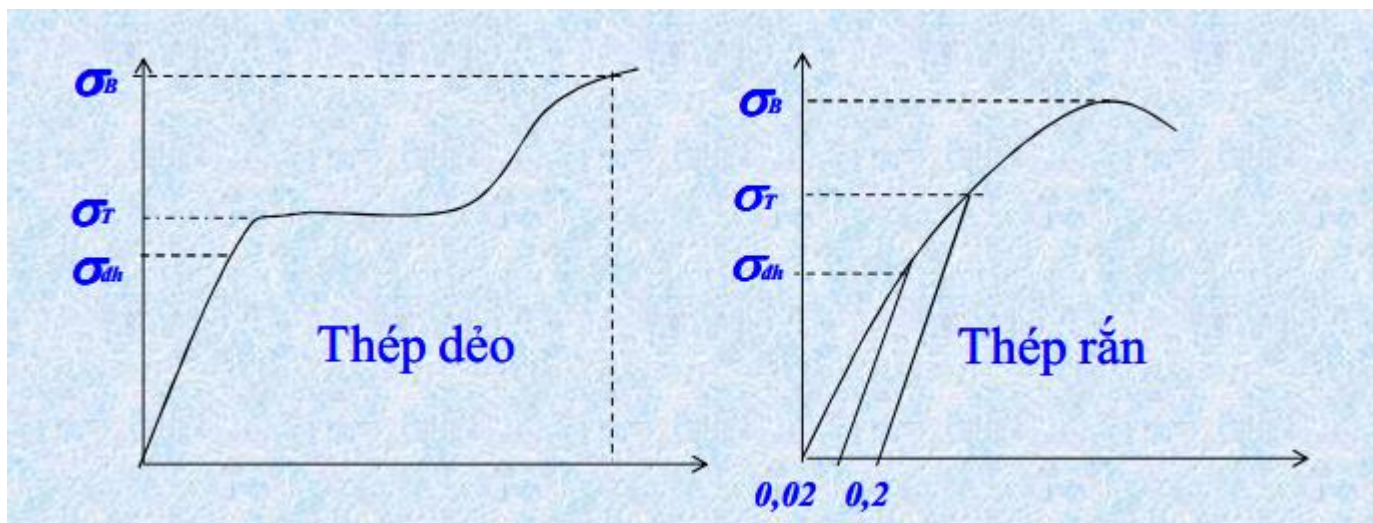
- Thép tròn trơn, thép tròn có gân.



2.2 Cốt thép

2.2.2 Một số tính chất cơ bản của cốt thép

a) Biểu đồ ứng suất - biến dạng



2.2 Cốt thép

2.2.2 Một số tính chất cơ bản của cốt thép

b) Cốt thép dẻo và cốt thép rắn

- Cốt thép dẻo: có thềm chảy rõ ràng, vùng biến dạng dẻo khá rộng.
- Cốt thép rắn: có giới hạn chảy không rõ ràng và gần bằng giới hạn bền.

2.2 Cốt thép

2.2.2 Một số tính chất cơ bản của cốt thép

c) Ảnh hưởng của nhiệt độ

- Thép bị nung nóng ở nhiệt độ cao: thay đổi cấu trúc kim loại, giảm cường độ và mô đun đàn hồi
- Khi chịu lạnh quá mức (dưới -30°C thép sẽ giòn
- Hệ số giãn nở vì nhiệt của thép $\alpha_t = 10^{-5}$

2.2 Cốt thép

2.2.3 Phân nhóm cốt thép

a) Theo TCVN (TCVN 1651-1985)

- Có 4 nhóm cốt thép cán nóng: cốt tròn trơn CI, cốt có gờ nhóm CII, CIII, CIV

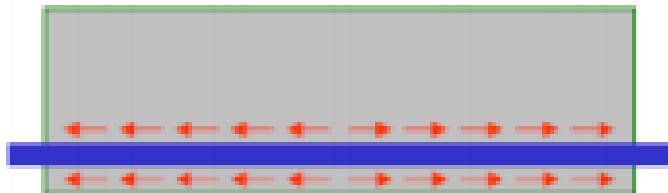
b) Theo các tiêu chuẩn khác

- Thép nhập của Nga có nhóm AI, AII, AIII, AIV
- Theo giới hạn chảy: FeE230, FeE400, SR235...

2.3 Bê tông cốt thép

2.3.1 Lực dính giữa Bê tông và cốt thép

- Lực dính là yếu tố quan trọng đảm bảo sự làm việc chung giữa BT và CT, nhờ có lực dính mà ứng suất có thể truyền từ BT sang CT và ngược lại
- Các nhân tố tạo nên lực dính: bề mặt gồ ghề của cốt thép, khi bê tông co ngót sẽ ôm chặt lấy cốt thép làm tăng lực dính giữa chúng



2.3 Bê tông cốt thép

2.3.2 Ứng suất ban đầu do sự co ngót của bê tông

- Khi bê tông không có cốt thép, bê tông để một thời gian sẽ co ngót một đoạn ε
- Khi có cốt thép do lực dính thép cản trở sự co ngót của bê tông, bê tông chịu ứng suất kéo còn cốt thép chịu ứng suất nén. Nếu vượt quá giới hạn sẽ sinh ra vết nứt trên bê tông đó là vết nứt do co ngót

2.3 Bê tông cốt thép

2.3.3 Sự phá hoại của BTCT

a) Sự phá hoại do chịu lực

- Thanh chịu kéo: sau khi bê tông bị nứt, toàn bộ lực kéo là do cốt thép chịu. Sự phá hoại bắt đầu khi ứng suất trong cốt thép đạt giới hạn chảy
- Thanh chịu nén: sự phá hoại bắt đầu khi ứng suất trong bê tông đạt giới hạn nén.
- Thanh chịu uốn: sự phá hoại có thể do giới hạn chảy của thép hoặc giới hạn nén của bê tông

2.3 Bê tông cốt thép

2.3.3 Sự phá hoại của BTCT

b) Sự hư hỏng do môi trường

- Nguyên nhân : do cơ học (mưa, dòng chảy), do sinh học (rong rêu, vi khuẩn), do hoá học (axit, muối)
- Biện pháp bảo vệ: bảo đảm lớp bê tông bảo vệ, công trình thông thoáng, làm sạch bề mặt cốt thép, dùng cốt liệu và nước sạch.

Câu hỏi ôn tập:

1./ Tính chất của BT, CT là gì?

2./ Tại sao BT và CT cộng tác được?

3./ Mác BT là gì? Cấp độ bền là gì?

4./ Công thức tính cường độ bê tông tăng nhanh theo thời gian?

5./ Mô tả biểu đồ ứng suất biến dạng?



Thank you

Môn: Bê Tông Cốt Thép

GV: ThS. Trình Minh Phong

Email: phong.trinh28@gmail.com

TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2020



Chương 3: Nguyên lý tính toán và cấu tạo

3.1 Tải trọng và tác động

3.1.1 Phân loại tải trọng

3.1.2 Tổ hợp tải trọng

3.2 Cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán

3.2.1 Bê tông

3.2.2 Cốt thép

3.3 Phương pháp tính toán kết cấu BTCT

3.3.1 Nhóm TTGH thứ nhất

3.3.2 Nhóm TTGH thứ hai

3.4 Nguyên tắc cấu tạo BTCT

3.4.1 Hình dạng và kích thước tiết diện

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

3.1. Tải trọng và tác động

- Tải trọng là các lực tác dụng lên kết cấu.
- Công trình xây dựng phải chịu các tác động như trọng lượng vật liệu, con người, máy móc, thiết bị, gió bão, động đất...
- Với kết cấu công trình dân dụng cần dùng tiêu chuẩn tải trọng và tác động: TCVN 2737-2006

3.1.1 Phân loại tải trọng

a) Theo tính chất

- Tải trọng thường xuyên (tĩnh tải): không biến đổi và điểm đặt, độ lớn và phương chiều trong quá trình sử dụng công trình

VD: trọng lượng kết cấu sàn, dầm, cột, tường; các lớp cách âm, trọng lượng đất đắp, lực nén, ứng suất trước..

3.1.1 Phân loại tải trọng

a) Theo tính chất

- Tải trọng tạm thời (hoạt tải): có thể thay đổi về điểm đặt, độ lớn và phương chiều

VD: người, thiết bị máy móc,...

- Tải trọng đặc biệt: rất ít khi xảy ra.

VD: động đất , nổ...

3.1.1 Phân loại tải trọng

b) Theo thời hạn tác dụng

- Tải trọng tác dụng dài hạn: tải trọng thường xuyên và một phần tải trọng tạm thời (trọng lượng các thiết bị gắn cố định trên sàn, vách ngăn tạm thời..)
- Tải trọng tác dụng ngắn hạn: do xe cộ, gió..

3.1.1 Phân loại tải trọng

c) Theo phương chiều

- Tải trọng đứng: trọng lượng..
- Tải trọng ngang: gió, động đất..

d) Theo trị số

- Tải trọng tiêu chuẩn: (q_{tc}) lấy bằng giá trị thường gặp trong quá trình sử dụng. Xác định theo TCVN 2737-2006
- Tải trọng tính toán: $q_{tt} = n \cdot q_{tc}$

3 Chương 3: Nguyên lý tính toán và cấu tạo

4.3.1 Tải trọng tiêu chuẩn phân bố đều trên sàn và cầu thang cho ở bảng 3.

Bảng 3 - Tải trọng tiêu chuẩn phân bố đều trên sàn và cầu thang

Loại phòng	Loại nhà và công trình	Tải trọng tiêu chuẩn daN/m^2	
		Toàn phần	Phần dài hạn
1. Phòng ngủ	a) Khách sạn, bệnh viện, trại giam	200	70
	b) Nhà ở kiểu căn hộ, nhà trẻ, mẫu giáo, trường học nội trú, nhà nghỉ, nhà hưu trí, nhà điều dưỡng...	150	30
2. Phòng ăn, phòng khách, buồng vệ sinh, phòng tắm, phòng bida	a) Nhà ở kiểu căn hộ	150	30
	b) Nhà trẻ, mẫu giáo, trường học, nhà nghỉ, nhà hưu trí, nhà điều dưỡng, khách sạn, bệnh viện, trại giam, trụ sở cơ quan, nhà máy	200	70
3. Bếp, phòng giặt	a) Nhà ở kiểu căn hộ	150	130
	b) Nhà trẻ, mẫu giáo, trường học, nhà nghỉ, nhà hưu trí, nhà điều dưỡng, khách sạn, bệnh viện, trại giam, nhà máy	300	100
4. Văn phòng, phòng thí nghiệm	Trụ sở cơ quan, trường học, bệnh viện, ngân hàng, cơ sở nghiên cứu khoa học	200	100
5. Phòng nổi hơi, phòng động cơ và quạt ... kể cả khối lượng máy	Nhà ở cao tầng, cơ quan, trường học, nhà nghỉ, nhà hưu trí, nhà điều dưỡng, khách sạn, bệnh viện, trại giam, cơ sở nghiên cứu khoa học	750	750
6. Phòng đọc sách	a) Có đặt giá sách	400	140
	b) Không đặt giá sách	200	70
7. Nhà hàng	a) Ăn uống, giải khát	300	100
	b) Triển lãm, trưng bày, cửa hàng	400	140

3.1.1 Phân loại tải trọng

Tải trọng tính toán: $q_{tt} = n \cdot q_{tc}$

- n : hệ số độ tin cậy (hệ số vượt tải) : kể đến các tình huống bất ngờ mà tải trọng có thể thay đổi tăng hoặc giảm so với trị số tiêu chuẩn, gây bất lợi cho kết cấu
- Tĩnh tải: $n=1,1 \div 1,3$
- Hoạt tải : $n=1,2 \div 1,4$

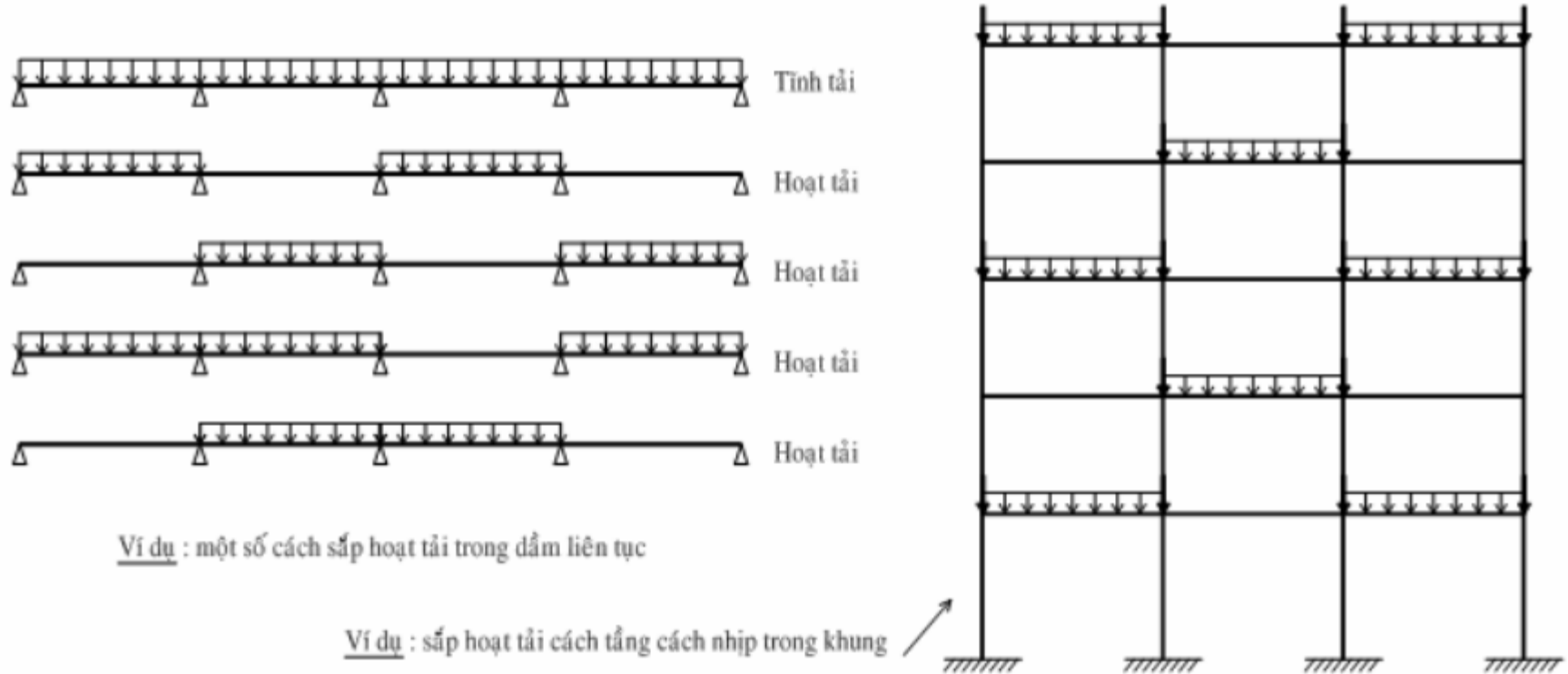
3.1.1 Phân loại tải trọng

Tải trọng tính toán: $q_{tt} = n \cdot q_{tc}$

Loại tải trọng	n
-Trọng lượng bản thân kết cấu BTCT	1,1
-Tải trọng phân bố đều trên sàn khi : $p^{tc} < 200 \text{ kG/m}^2$ $p^{tc} \geq 200 \text{ kG/m}^2$	1,3 1,2
-Tải trọng gió	1,2

3.1.2 Tổ hợp tải trọng

Tổ hợp tải trọng là sắp xếp vị trí của hoạt tải để tìm giá trị nội lực lớn nhất ở một tiết diện nào đó



Hình 3.1. Một số trường hợp tải trọng

3.2 Cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán

a) Bê tông

- Cường độ tiêu chuẩn (R_{tc}) là trị số trung bình thống kê, được xác định với xác suất 95%

$$R_{tc} = (0,75 \div 0,8) R_{tb}$$

- Cường độ tiêu chuẩn về nén còn phải được nhân với hệ số phụ A_n

Cường độ tiêu chuẩn (kG/cm ²)	Mác BT theo cường độ chịu nén			
	200	250	300	350
Hệ số A_n	0,750	0,745	0,740	0,735
Nén R_n^{tc}	112	140	167	195
Kéo R_k^{tc}	11,5	13	15	16,5

3.2 Cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán

a) Bê tông

- Cường độ tính toán: $R = \frac{R^{tc}}{k_b} m_b$
 - ✓ k_b : hệ số an toàn ($k_b > 1$) : kể đến sự không chính xác về qui cách
 - ✓ m_b : hệ số điều kiện làm việc ($m_b < 1$) kể đến các nhân tố làm cho vật liệu làm việc xấu hoặc tốt hơn bình thường
- Cường độ tính toán gốc là cường độ chưa kể đến hệ số m_b

3.2 Cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán

Bảng 13 – Các cường độ tính toán của bê tông R_b , R_{bt} khi tính toán theo các trạng thái giới hạn thứ nhất, MPa

[illegible]

3.2 Cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán

b) Cốt thép

- Cường độ tiêu chuẩn R_a^{tc} lấy bằng giá trị kiểm tra nhỏ nhất với xác suất bảo đảm $\geq 95\%$

- Cường độ tính toán.

- ❖ Cường độ tính toán về kéo: $R_a = \frac{R_a^{tc}}{k_a} m_a$

- ❖ Cường độ tính toán về nén: (R'_a)

- Khi $R_a \leq 3600 \text{kg/cm}^2$, lấy $R'_a = R_a$

- Khi $R_a > 3600 \text{kg/cm}^2$, lấy $R'_a = 3600 \text{kg/cm}^2$

3 Chương 3: Nguyên lý tính toán và cấu tạo

3.2 Cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán

Bảng 21 – Cường độ tính toán của cốt thép thanh khi tính toán theo các trạng thái giới hạn thứ nhất

Nhóm thép thanh		Cường độ chịu kéo, MPa		Cường độ chịu nén R_{sc}
		cốt thép dọc R_s	cốt thép ngang (cốt thép đai, cốt thép xiên) R_{sx}	
CI, A-I		225	175	225
CII, A-II		280	225	280
A-III có đường kính, mm	Từ 6 đến 8	355	285*	355
CIII, A-III có đường kính, mm	Từ 10 đến 40	365	290*	365
CIV, A-IV		510	405	450**
A-V		680	545	500**
A-VI		815	650	500**
AT-VII		980	785	500**
A-IIIB	có kiểm soát độ giãn dài và ứng suất	490	390	200
	chỉ kiểm soát độ giãn dài	450	360	200

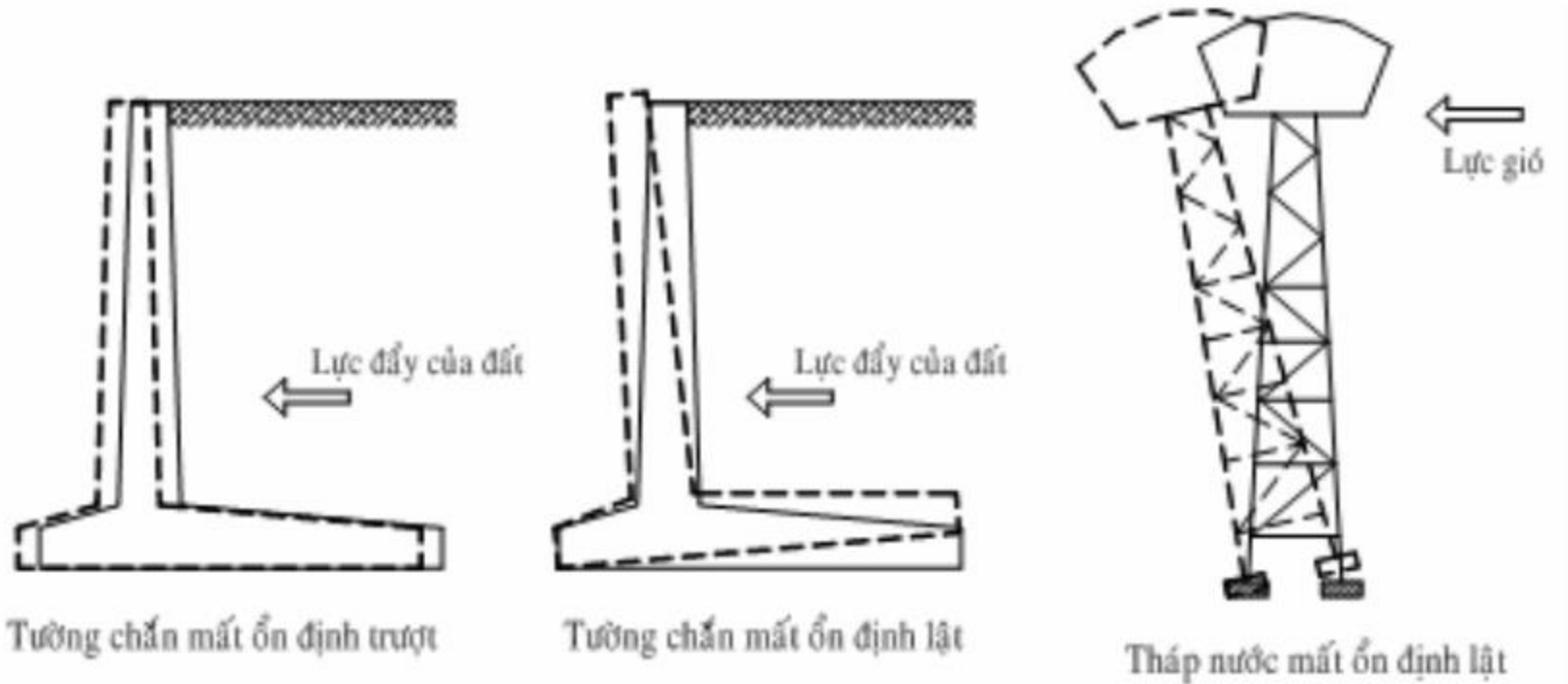
3.3 Phương pháp tính toán kết cấu BTCT

- Trạng thái giới hạn (TTGH) là trạng thái mà từ đó kết cấu không còn thoả mãn những yêu cầu đặt ra cho nó
- Kết cấu BTCT được tính toán theo hai nhóm TTGH:
 - Trạng thái giới hạn thứ nhất
 - Trạng thái giới hạn thứ hai

3.3.1 TTGH thứ nhất:

- Trạng thái giới hạn thứ nhất : về cường độ hay khả năng chịu lực.
- Bảo đảm khả năng chịu lực cho kết cấu:
 - ✓ Không bị phá hoại do tác dụng của tải trọng và tác động
 - ✓ Không bị mất ổn định về hình dáng hoặc về vị trí
 - ✓ Không bị phá hoại vì mỏi
 - ✓ Không bị phá hoại do tác dụng đồng thời của những nhân tố về lực và những ảnh hưởng bất lợi của môi trường

3.3.1 TTGH thứ nhất:

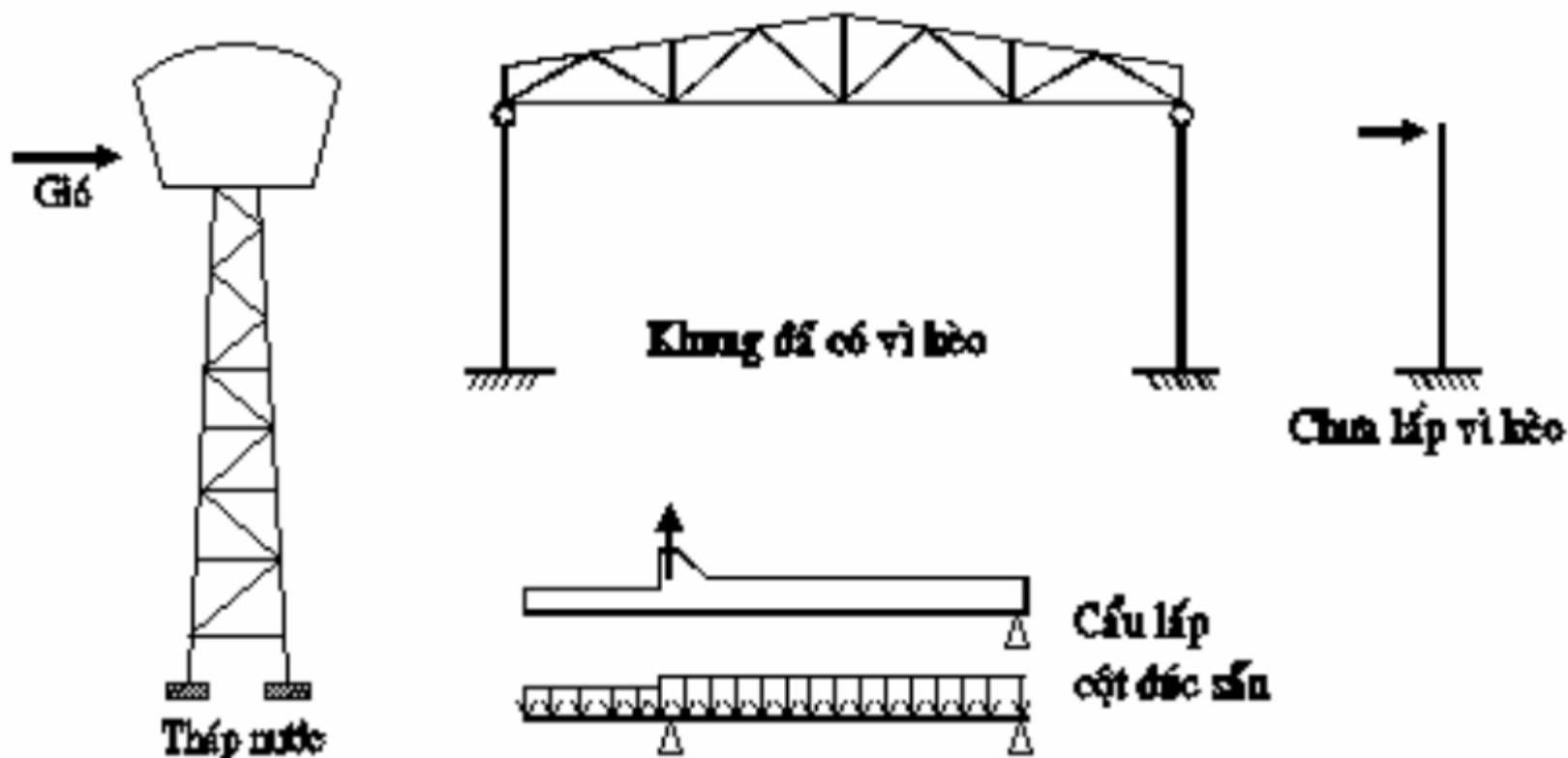


Hình 3.2. Minh hoạt một số hình ảnh mất ổn định của kết cấu

3.3.1 TTGH thứ nhất:

- Mọi bộ phận của kết cấu đều cần thiết tính theo khả năng chịu lực
- Cần tính toán, kiểm tra trong các giai đoạn : chế tạo, vận chuyển, lắp dựng, sử dụng, sửa chữa.
- Trong mỗi trường hợp, sơ đồ tính toán phải phù hợp với giải pháp cấu tạo được chọn với sự làm việc thực tế của kết cấu

3.3.1 TTGH thứ nhất:



Hình 3.3. Minh hoạt một số giai đoạn làm việc của kết cấu

3.3.1 TTGH thứ nhất:

- 2 bài toán trong tính toán theo TTGH thứ nhất:
 - ✓ **Bài toán thiết kế:** chọn tiết diện bê tông, tính toán và bố trí cốt thép
 - ✓ **Bài toán kiểm tra:** có tiết diện, cốt thép của kết cấu tiến hành kiểm tra chịu lực của kết cấu

3.3.2 TTGH thứ hai:

- Kết cấu phải bảo đảm điều kiện sử dụng bình thường, tức là phải hạn chế độ biến dạng (độ võng, góc..), khe nứt, độ dao động
- Khi tính toán theo TTGH thứ hai thì dùng **tải trọng tiêu chuẩn và cường độ tiêu chuẩn**, do tải trọng tác dụng lên kết cấu khi làm việc bình thường, trường hợp có vượt tải chỉ là nhất thời, biến dạng tăng lên nhất thời sẽ giảm đi khi tải trọng trở lại bình thường.

3.3.2 TTGH thứ hai:

Các bài toán trong tính toán TTGH thứ hai:

- Kiểm tra biến dạng: $f \leq f_{gh}$
 - f : biến dạng
 - f_{gh} : biến dạng giới hạn
- Kiểm tra sự hình thành và mở rộng khe nứt
 - ✓ Đối với cầu kiện cho phép nứt: $a_n \leq a_{ngh}$
 - ✓ Đối với cầu kiện ko cho phép nứt: $T \leq T_n$
 - a_n, T : bề rộng khe nứt, nội lực
 - a_{ngh} : bề rộng khe nứt giới hạn
 $a_{ngh} = 0,1 \div 0,4 \text{mm}$
 - T_n : khả năng chống nứt của cầu kiện

3.3.2 TTGH thứ hai:

- Một số trường hợp cần thiết phải tính toán TTGH thứ hai:
 - Kiểm tra độ võng cho dầm có nhịp $\geq 7\text{m}$
 - Kiểm tra nứt cho dầm có nhịp $\geq 10\text{m}$

Độ võng giới hạn của cấu kiện bê tông cốt thép	
Loại cấu kiện	Giới hạn độ võng
1. Dầm cầu trục chạy điện	$(1/600) L$
2. Sàn có trần phẳng, cấu kiện của mái : - Khi nhịp $L < 6 \text{ m}$ - Khi nhịp $6 \leq L \leq 7,5 \text{ m}$ - Khi nhịp $L > 7,5 \text{ m}$	$(1/200) L$ 3 cm $(1/250) L$
<i>Ghi chú: L là nhịp tính toán của dầm hoặc bản kê lên 2 gối. Đối với console thì dùng $L = 2L_1$ với L_1 là độ vươn của console</i>	

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.1 Hình dáng và kích thước tiết diện

- Chọn hình dáng và kích thước tiết diện cấu kiện phải đảm bảo :
 - ✓ Khả năng chịu lực
 - ✓ Độ cứng, độ ổn định
 - ✓ Tiết kiệm vật liệu
 - ✓ Thuận tiện thi công
 - ✓ Mỹ quan công trình

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

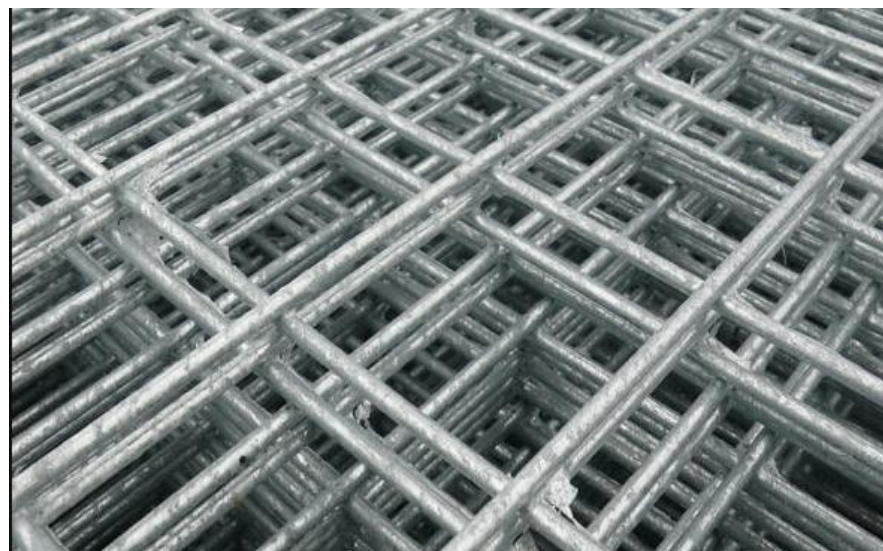
a) Khung và lưới cốt thép:

- Cốt thép đặt vào trong betong không được để rời mà phải liên kết chúng lại với nhau thành khung hoặc lưới
- Khung dùng trong dầm, cột, sườn móng
- Lưới dùng trong bản sàn, móng, bản thang
- Có thể dùng khung, lưới hàn hoặc buộc

3 Chương 3: Nguyên lý tính toán và cấu tạo



3 Chương 3: Nguyên lý tính toán và cấu tạo

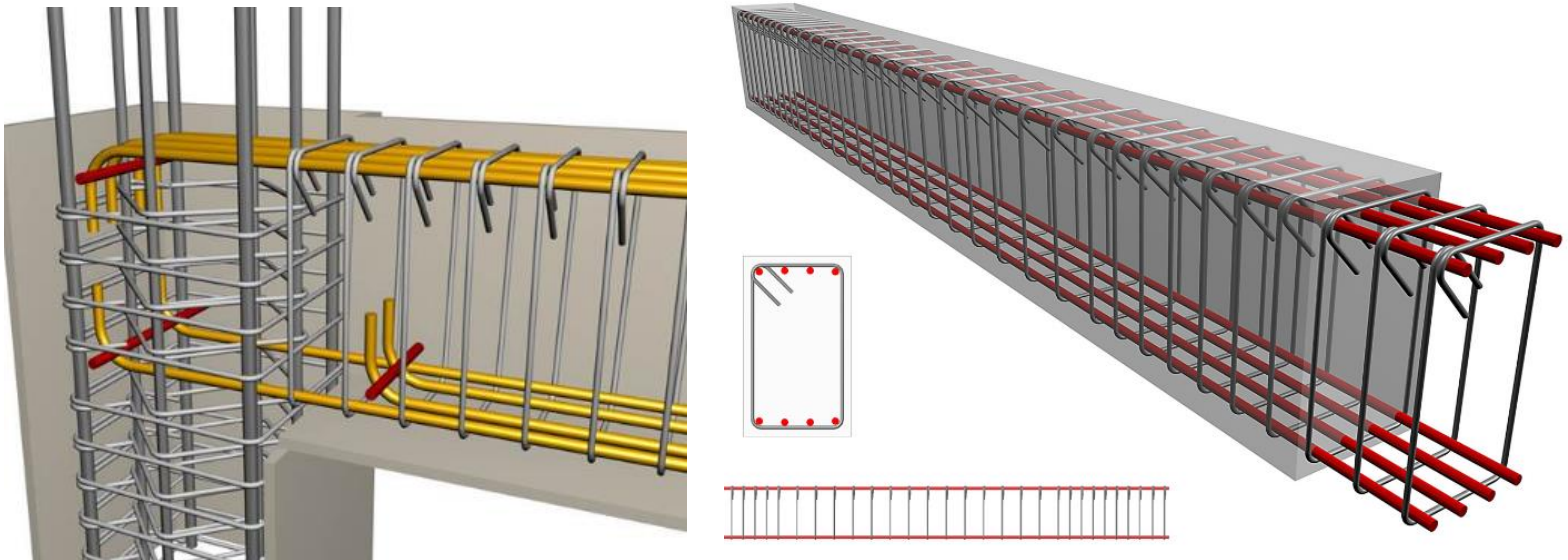


3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

b) Thép chịu lực và thép cấu tạo

- **Thép chịu lực:** được tính toán để chịu các ứng suất do tải trọng



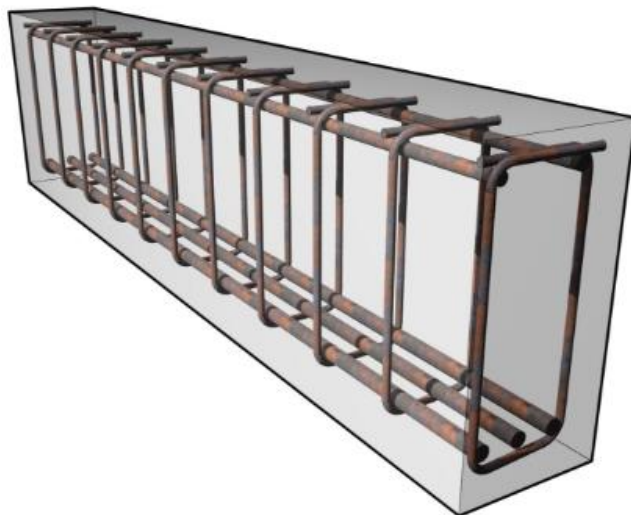
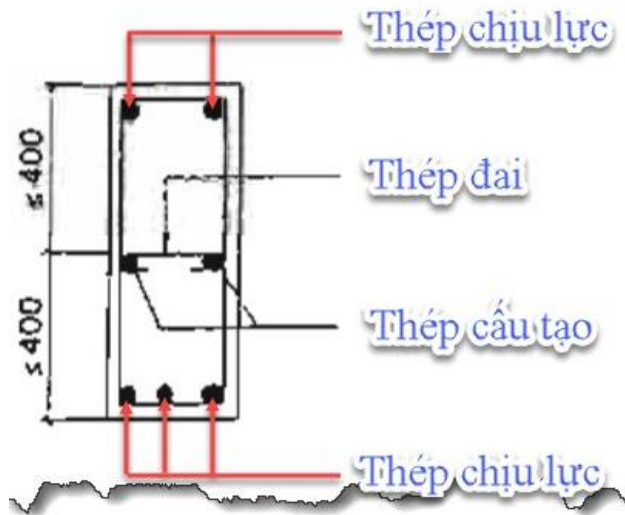
3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

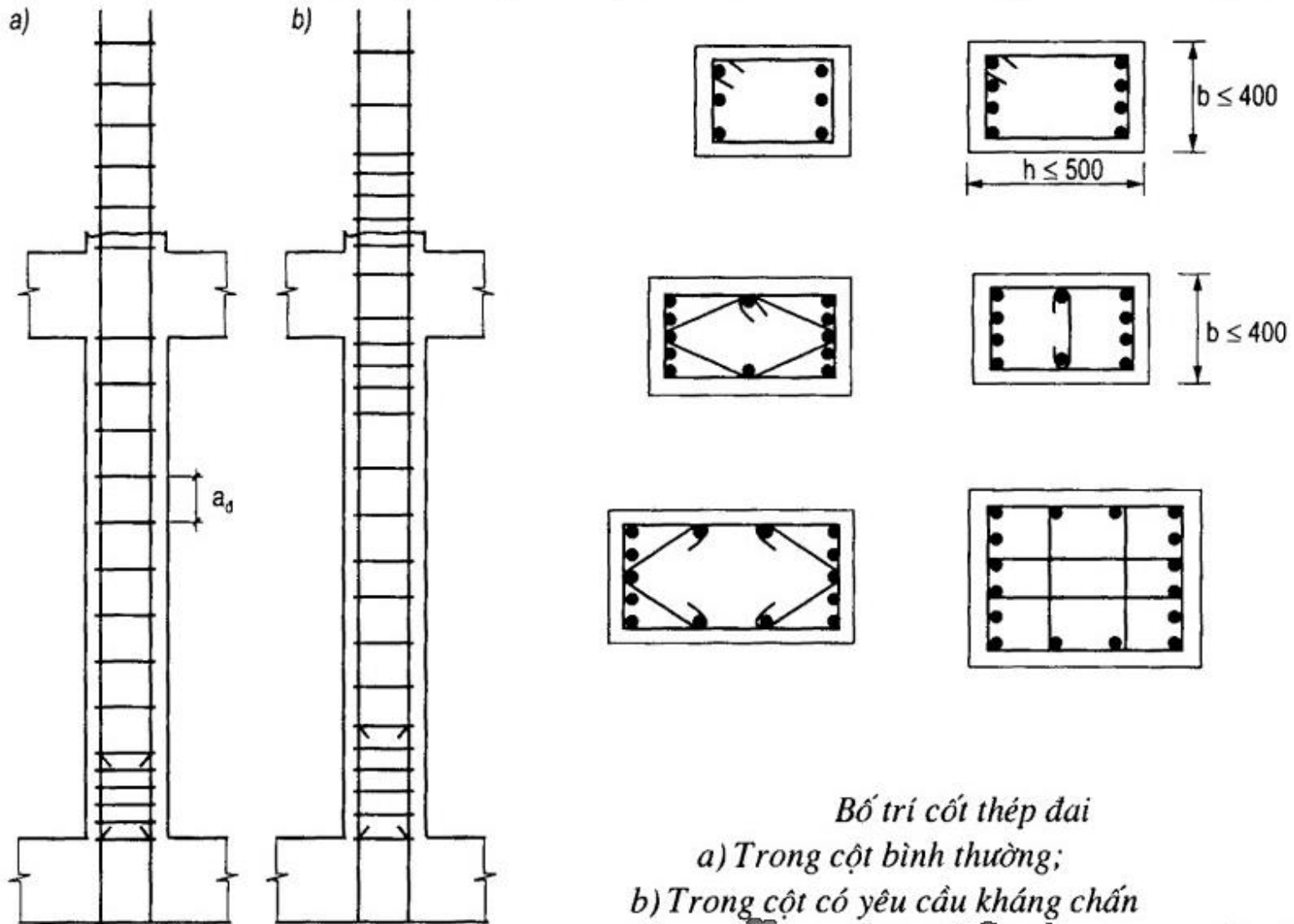
b) Thép chịu lực và thép cấu tạo

- **Thép cấu tạo:** thường không cần tính toán, được đặt theo quy phạm, kinh nghiệm. Thép cấu tạo có tác dụng
 - ✓ Liên kết cốt chịu lực thành khung, lưới
 - ✓ Hạn chế sự co ngót không đều của bê tông
 - ✓ Chịu ứng suất do nhiệt độ
 - ✓ Phân bố tác động của tải tập trung
 - ✓ Chịu nội lực phát sinh do sơ đồ tính không phù hợp với kết cấu thật
 - ✓ Dự phòng lún lệch giữa các móng

3 Chương 3: Nguyên lý tính toán và cấu tạo



3 Chương 3: Nguyên lý tính toán và cấu tạo



3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

c) Chọn và bố trí cốt thép

- **Đường kính cốt thép:** cùng một diện tích cốt thép, nếu:
 - ✓ Ø nhỏ: thép nhiều, tăng lực dính giữa bê tông và cốt thép, tuy nhiên nếu thép dày khó thi công
 - ✓ Ø lớn: thép ít, giảm bớt lực dính giữa bê tông và cốt thép.
 - ✓ Trong cùng một tiết diện không dùng quá nhiều loại đường kính cốt thép. Chênh lệch không quá 6mm để tránh sự phân bố không đều

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

c) Chọn và bố trí cốt thép

- **Chiều dày lớp bảo vệ:** tính từ mép ngoài bê tông đến mép ngoài gần nhất của cốt thép
- Đặt cốt thép gần sát mặt ngoài sẽ tăng hiệu quả chịu lực nhưng nếu lớp bảo vệ không đủ thép sẽ mau bị rỉ

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

c) Chọn và bố trí cốt thép

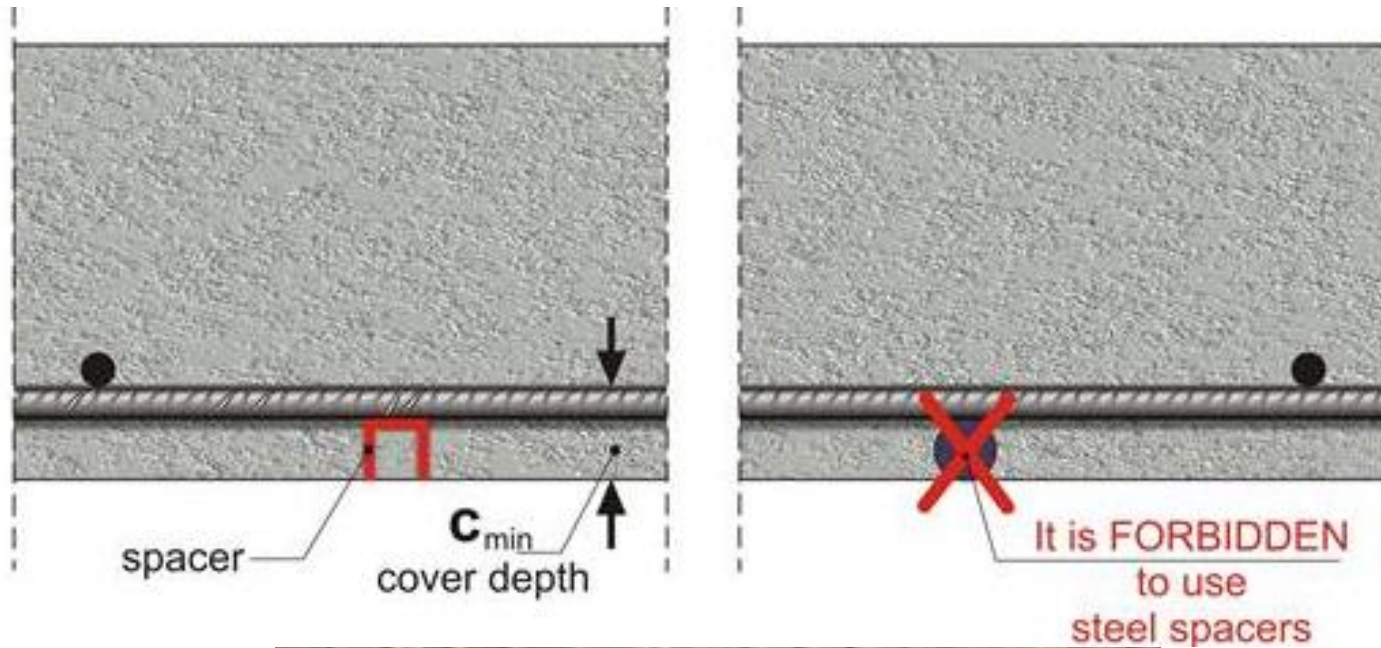
Bản và tường có chiều dày $\leq 100 \text{ mm}$: $C_0 = 10 \div 15 \text{ mm}$

Bản và tường có chiều dày $> 100 \text{ mm}$: $C_0 = 15 \div 20 \text{ mm}$

Dầm, cột : $C_0 = 20 \div 25 \text{ mm}$

Móng toàn khối có bê tông lót : $C_0 = 35 \text{ mm}$

3 Chương 3: Nguyên lý tính toán và cấu tạo



Concrete Cover Block in Slab

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

c) Chọn và bố trí cốt thép

- **Khoảng cách cốt thép:** khoảng hở t giữa cốt thép phải đủ rộng để vữa bê tông có thể dễ dàng lọt qua và xung quanh cốt thép có một lớp bê tông đảm bảo về điều kiện lực dính.

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

c) Chọn và bố trí cốt thép

Với cốt thép có vị trí nằm ngang lúc đổ bê tông :

** $t_0 = 25 \text{ mm}$ với cốt thép đặt dưới*

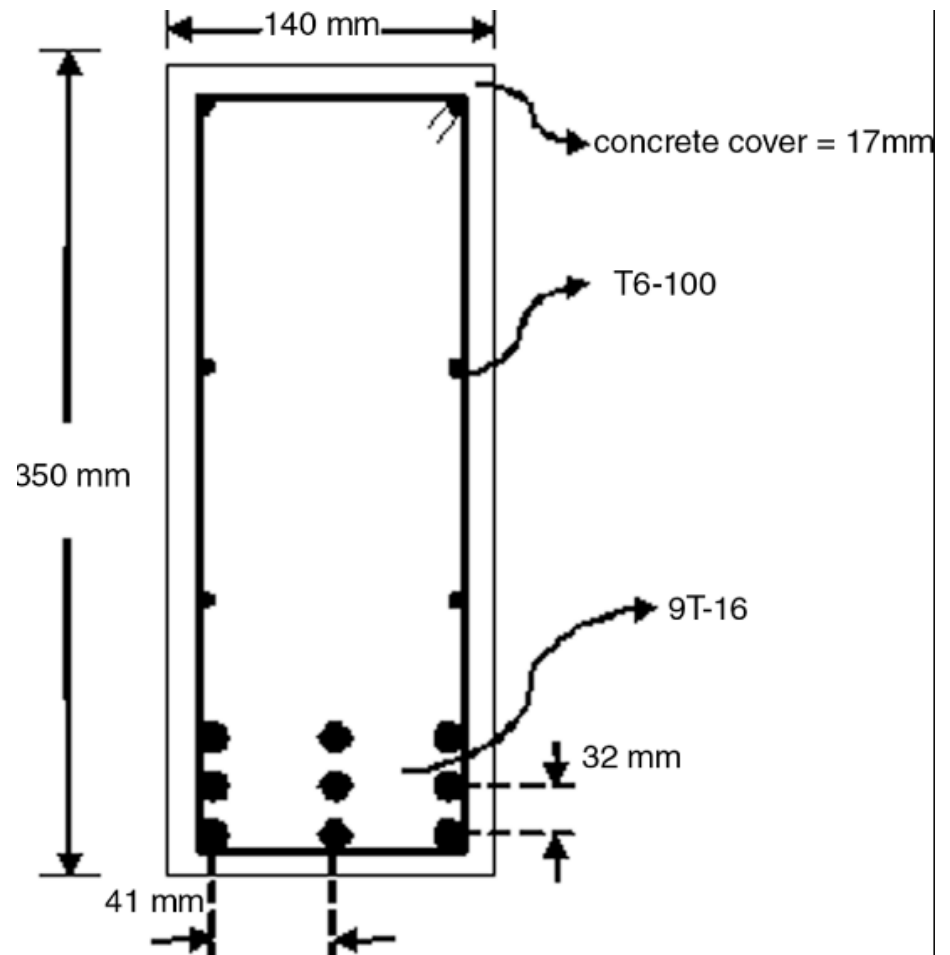
** $t_0 = 30 \text{ mm}$ với cốt thép đặt trên*

Với cốt thép đặt thẳng đứng lúc đổ bê tông : $t_0 = 50 \text{ mm}$

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

*Khoảng cách
cốt thép*



3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

d) Neo cốt thép:

- Để cốt thép phát huy hết tác dụng chịu lực thì cần neo chắc đầu mút của nó vào bê tông
- Chiều dài đoạn neo phải đủ để lực trong cốt thép được truyền vào liên kết thông qua lực dính, cốt thép không bị tuột khỏi liên kết

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

d) Neo cốt thép:

- Công thức xác định chiều dài đoạn neo:

$$l_{neo} = \left(m_{neo} \frac{R_a}{R_n} + \lambda \right) d$$

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

Điều kiện làm việc của cốt thép	Hệ số m_{neo}		Hệ số λ	$l_{neo} \geq$
	thép gân	thép trơn		
1. Neo cốt kéo trong vùng BT chịu kéo.	0,7	1,2	11	250 mm và 25d
2. Neo cốt kéo hoặc nén trong vùng BT chịu nén.	0,5	0,8	8	200 mm và 15d
3. Mối nối chồng trong vùng kéo	0,9	1,55	11	250 mm và 30d
4. Mối nối chồng trong vùng nén	0,65	1	8	200 mm và 15d

-Theo kinh nghiệm :

* trong vùng kéo : $l_{neo} = (30 \div 45) d$

* trong vùng nén : $l_{neo} = (15 \div 20) d$

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

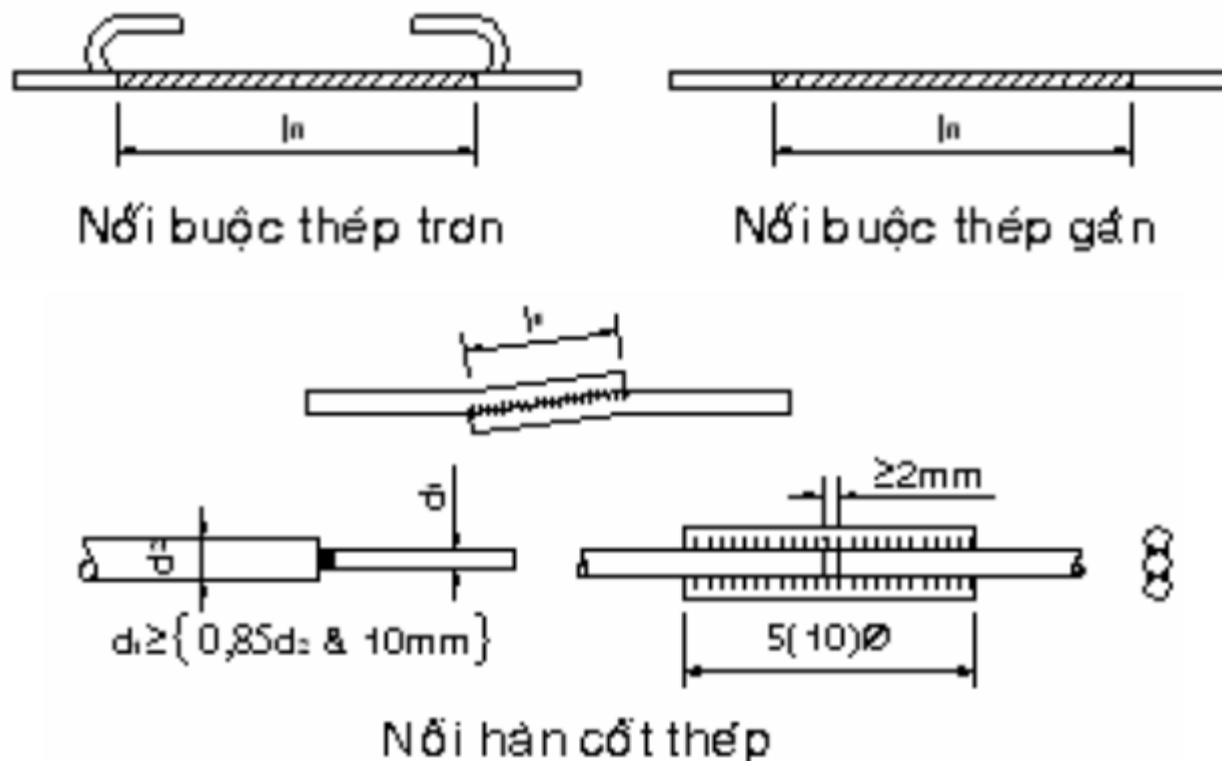
e) Nối cốt thép:

- Nối buộc (chồng): đặt hai đầu thép chồng lên nhau đoạn l_{neo} rồi dùng sợi thép mềm buộc chúng lại
- Nối hàn: hàn đối đầu, hàn chồng hoặc hàn đối đầu có thanh ghép.

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

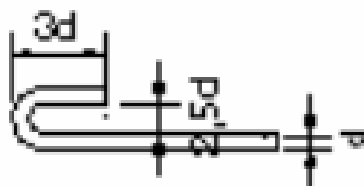
e) Nối cốt thép:



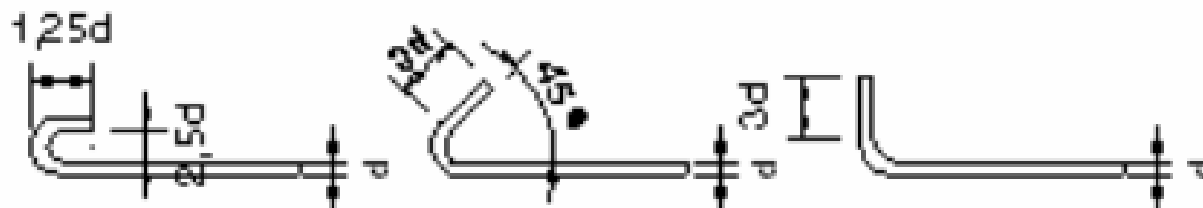
3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

f) Uốn cốt thép:



Khi uốn bằng tay ($\text{Ø}12$)

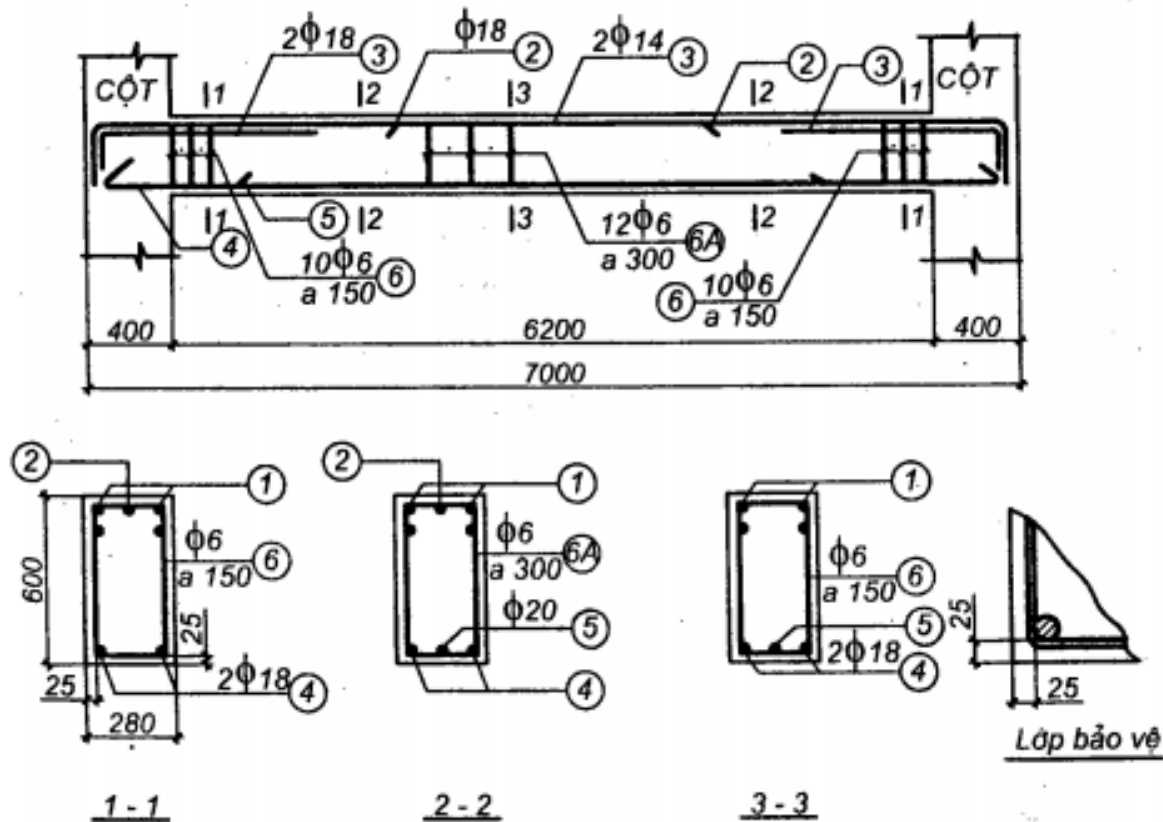


Khi uốn bằng máy ($\text{Ø}12\text{-}\text{Ø}40$)

3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

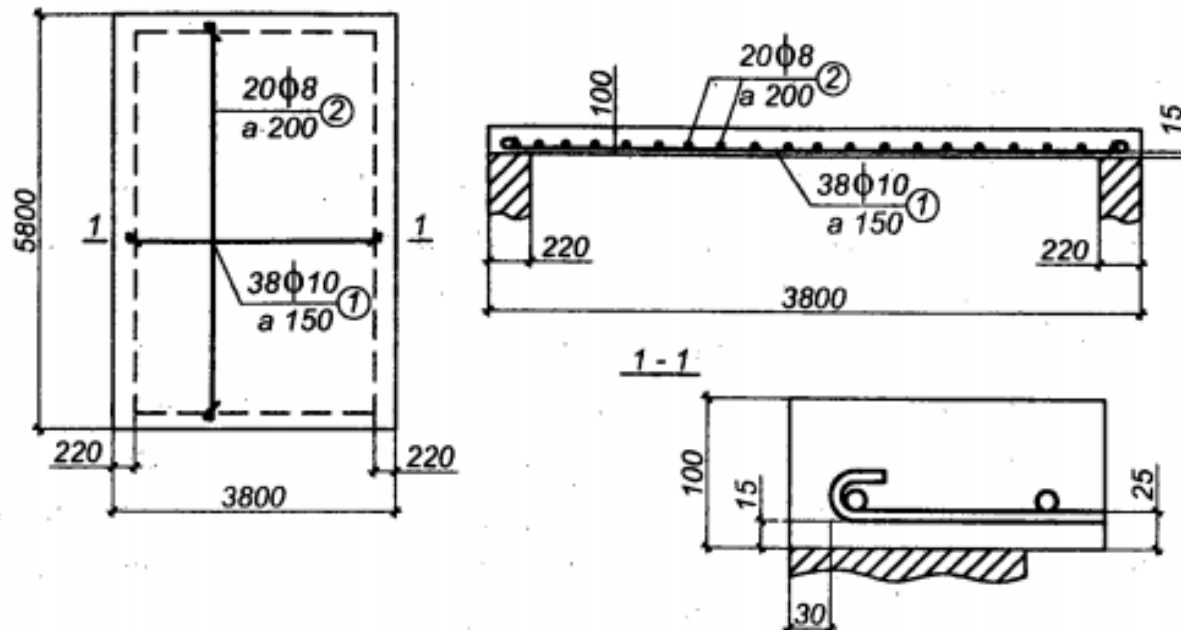
g) Thể hiện bản vẽ:



3.4 Nguyên tắc cấu tạo bê tông cốt thép

3.4.2 Cấu tạo cốt thép

g) Thể hiện bản vẽ:



Câu hỏi ôn tập:

- 1./ Trạng thái giới hạn là gì?
- 2./ Phân biệt TTGH I, TTGH 2
- 3./ Các trường hợp cần thiết kiểm tra TTGH II trong dầm?
- 4./ Tĩnh tải là gì, hoạt tải là gì?
- 5./ Phân biệt tải trọng tiêu chuẩn và tải trọng tính toán?
- 6./ Thép cấu tạo có tác dụng gì?
- 7./ Neo thép để làm gì? Xác định đoạn neo trong vùng nén và Trong vùng kéo.
- 8./ Chiều dày lớp bảo vệ nhỏ nhất của dầm?
- 9./ Khoảng cách nhỏ nhất của cốt thép dầm đặt dưới.?



Thank you



Chương 4: Cấu kiện chịu uốn

4.1 Đặc điểm cấu tạo*4.1.1 Bản**4.1.2 Dầm***4.2 Sự làm việc của cấu kiện chịu uốn***4.2.1 Các tiết diện cần tính toán**4.2.2 Trạng thái ứng suất biến dạng trên tiết diện thẳng góc***4.3 Tính toán cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ nhật theo cường độ trên tiết diện thẳng góc***4.3.1 Các trường hợp đặt cốt thép**4.3.2 Tính toán trên tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn**4.3.3 Tính toán tiết diện chữ nhật đặt cốt kép***4.4 Cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ T***4.4.1 Khái niệm chung và đặc điểm cấu tạo**4.4.2 Tính toán tiết diện chữ T theo cường độ trên tiết diện thẳng góc***4.5 Tính toán cường độ trên tiết diện nghiêng***4.5.1 Sự phá hoại theo tiết diện nghiêng**4.5.2 Các điều kiện khống chế khi tính toán chịu lực cắt**4.5.3 Điều kiện cường độ trên tiết diện nghiêng**4.5.4 Tính toán cốt đai khi không đặt cốt xiên**4.5.5 Tính toán cốt xiên*

4.1.Đặc điểm cấu tạo

4.1.1 Bản

- Bản là kết cấu phẳng có chiều dày khá nhỏ so với chiều dài, chiều rộng.
- Ví dụ : sàn, tường chắn, vách, móng..



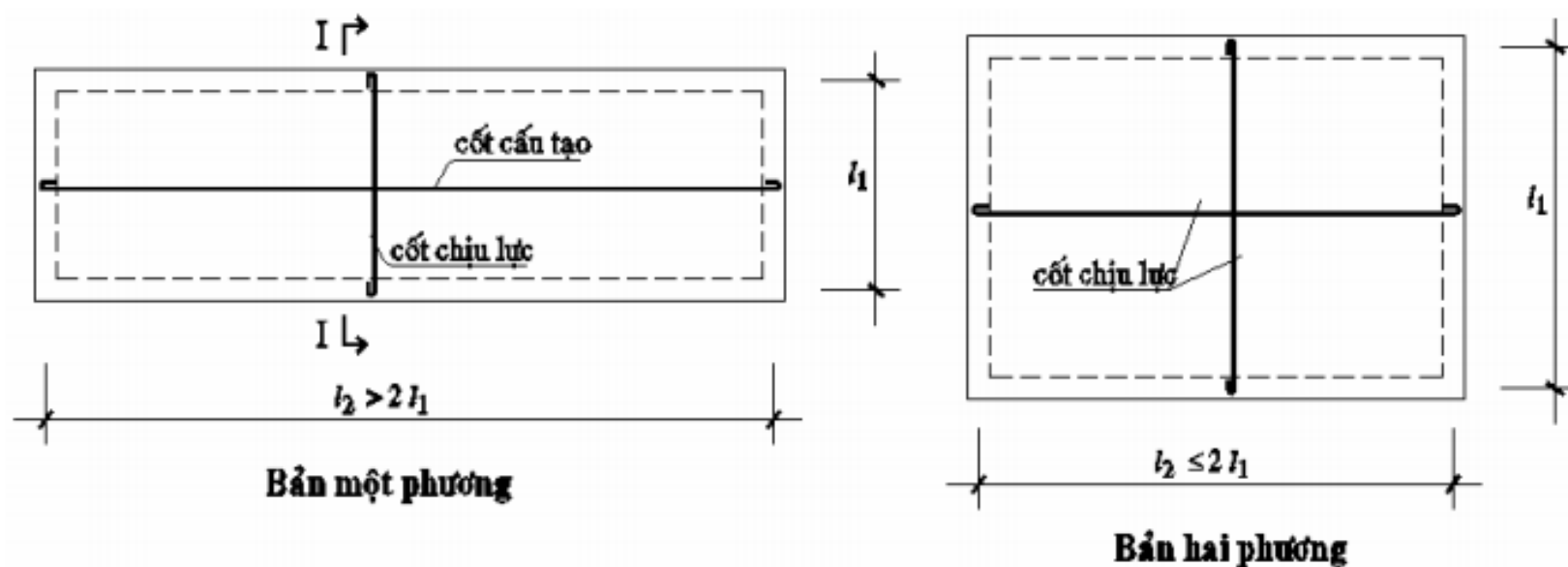
4.1.1 Bản

- Chiều dày bản phụ thuộc nhịp bản, độ lớn của tải trọng. Thông thường $h_b = 6 \div 12$ cm
- **Bản một phương (bản dầm):** khi $I_2/I_1 > 2$, momen uốn theo phương ngắn lớn hơn nhiều so với momen uốn theo phương dài. Thép chịu lực đặt theo phương ngắn, thép cấu tạo đặt theo phương dài.
- **Bản hai phương:** khi $1 \leq I_2/I_1 \leq 2$, bản làm việc hai phương. Thép chịu lực đặt theo cả hai phương.

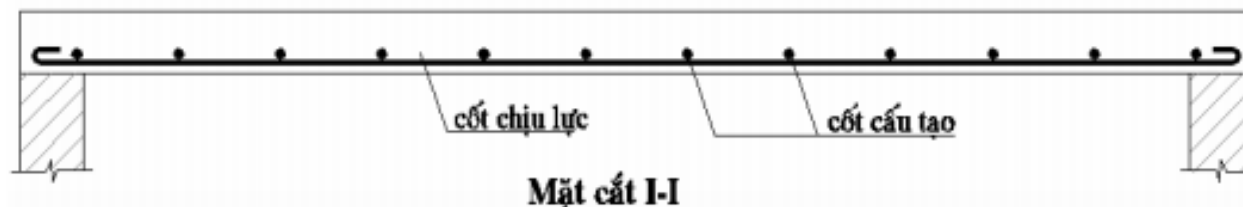
4.1.1 Bản

- **Cốt thép chịu lực:** đặt trong vùng kéo do momen uốn gây ra.
 - ✓ Thường dùng $\varnothing 6, \varnothing 8, \varnothing 10$.
 - ✓ Khoảng cách: $70 \div 200 \text{mm}$ khi $h_b < 15 \text{cm}$;
không quá $1,5h_b$ khi $h_b \geq 15 \text{cm}$
- **Cốt thép cấu tạo:** định vị cốt chịu lực, phân phối ảnh hưởng của tải tập trung, chịu ứng suất co ngót, nhiệt độ, đề phòng trường hợp sơ đồ tính không hoàn toàn phù hợp với sự làm việc của kết cấu
 - ✓ Thường dùng $\varnothing 6, \varnothing 8$,
 - ✓ Khoảng cách: $250 \div 300 \text{mm}$
 - ✓ $F_{a \text{ cấu tạo}} \geq 0,2 F_{a \text{ chịu lực max}}$

4.1.1 Bản



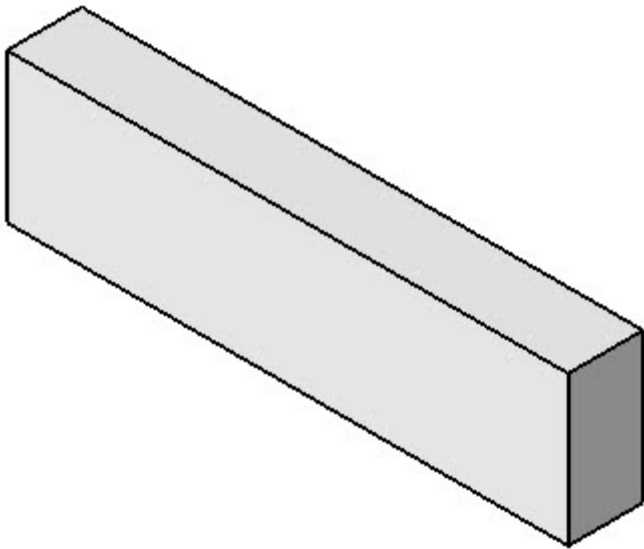
Hình 4.2 Mặt bằng bản một phương và bản hai phương



Hình 4.3 Mặt cắt ngang bản một phương

4.1.2 Dầm

- Dầm là cấu kiện có chiều cao và chiều rộng khá nhỏ so với chiều dài.
- Ví dụ: dầm, sườn móng..



4.1.2 Dầm

- Tiết diện: chữ nhật, chữ T, chữ I, hình hộp...
- Chiều cao, chiều rộng tiết diện dầm sàn:

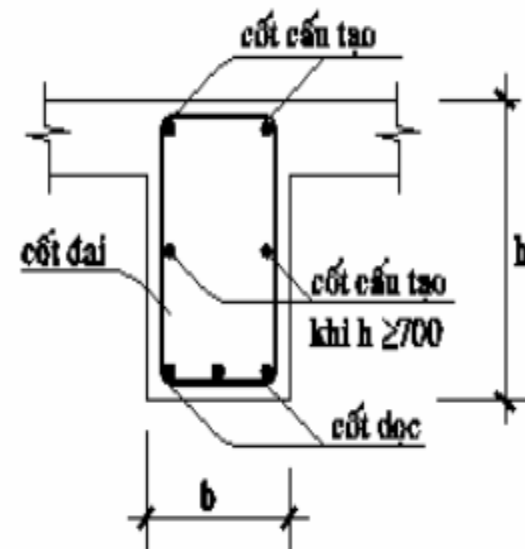
$$h = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{20} \right) l$$

$$b = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{4} \right) h$$

4.1.2 Dầm

- **Cốt thép dọc chịu lực:** được tính từ momen uốn. Thường dùng $\varnothing 12 \div 40$ mm
- **Cốt đai và cốt xiên :** chịu lực cắt, gắn vùng bê tông chịu nén với vùng bê tông chịu kéo. Thường dùng $\varnothing 6, \varnothing 8, \varnothing 10$
- **Cốt dọc cấu tạo:** giữ vị trí cốt đai lúc thi công, chịu ứng suất do co ngót, do nhiệt độ thay đổi.. Khi $h \geq 700$ thì thêm thép dọc cấu tạo ở giữa chiều cao tiết diện để giữ cốt thép khỏi bị lệch khi đổ bê tông.

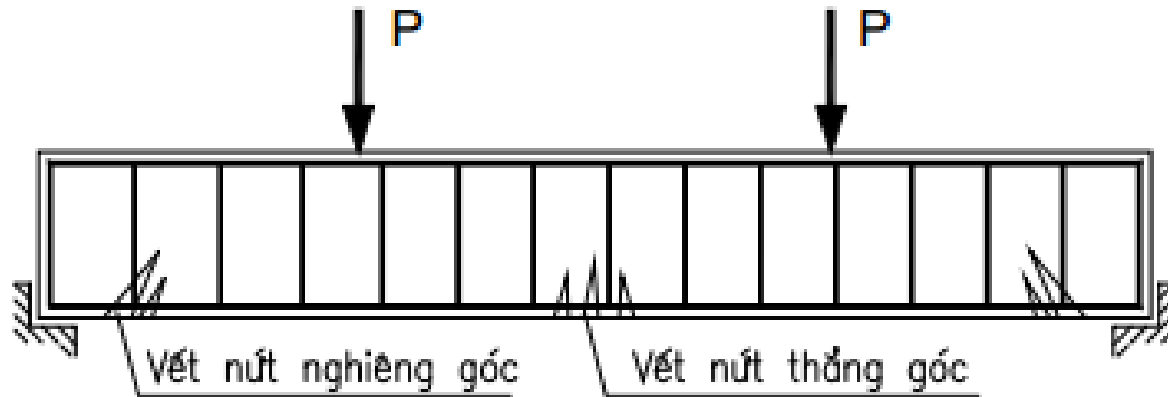
4.1.2 Dầm



Hình 4.4 Ví dụ đặt cốt thép trong một dầm đơn giản

4.2. Sự làm việc của cấu kiện chịu uốn

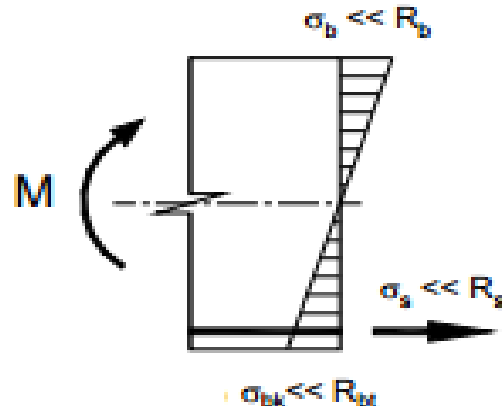
4.2.1 Các tiết diện cần tính toán



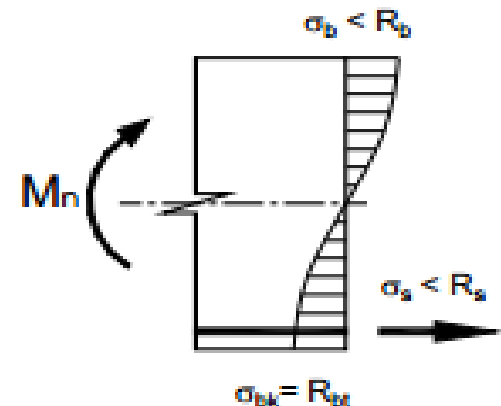
- **Vết nứt thẳng góc**: tại mặt cắt có M lớn và Q nhỏ
→ bố trí cốt thép dọc
- **Vết nứt nghiêng góc**: tại mặt cắt có M nhỏ và Q lớn
→ bố trí cốt thép đai và cốt xiên

4.2.2 Trạng thái ứng suất biến dạng trên tiết diện thẳng góc

- **Giai đoạn I:** Momen M còn nhỏ, vật liệu làm việc đàn hồi, sơ đồ ứng suất pháp có dạng tam giác. Bê tông chịu cả nén và kéo, ứng suất trong cốt thép nhỏ hơn giới hạn chảy.
- **Giai đoạn Ia :** (giai đoạn trước khi nứt). Biến dạng dẻo trong bê tông phát triển, sơ đồ ứng suất có dạng đường cong. Khi ứng suất kéo trong bê tông đạt tới giới hạn thì bê tông bắt đầu nứt.



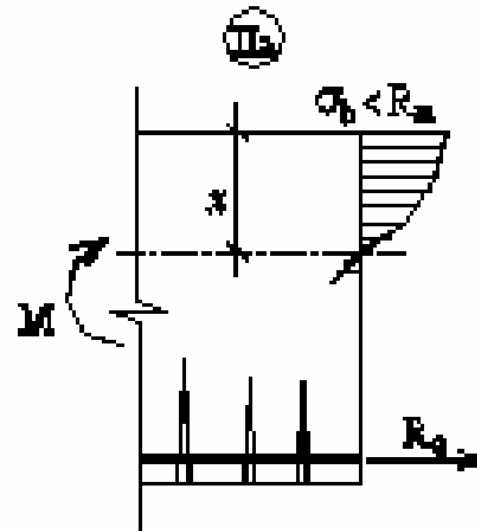
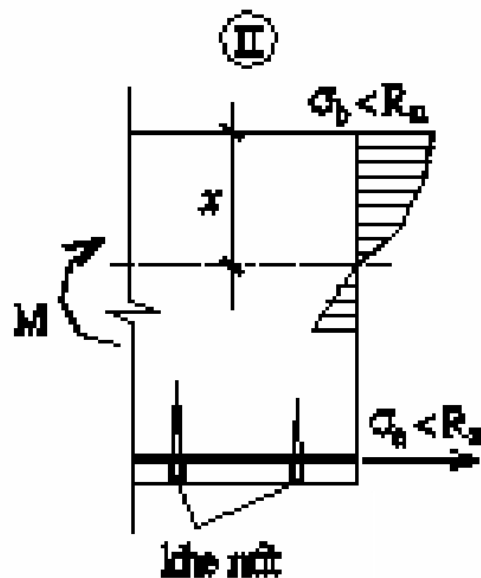
(I)



(Ia)

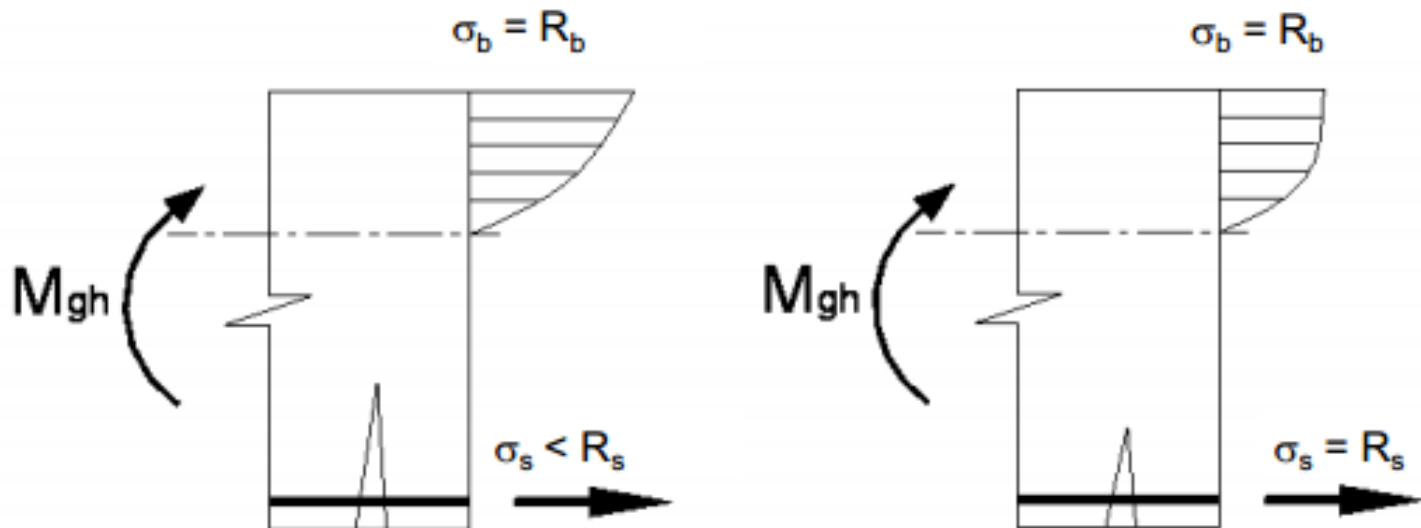
4.2.2 Trạng thái ứng suất biến dạng trên tiết diện thẳng góc

- **Giai đoạn II:** Khe nứt trong miền kéo phát triển dần lên trên. Toàn bộ lực kéo do thép chịu
- **Giai đoạn IIa :** tăng M, nếu cốt thép chịu kéo không nhiều lắm thì thép có thể đạt tới giới hạn chảy.



4.2.2 Trạng thái ứng suất biến dạng trên tiết diện thẳng góc

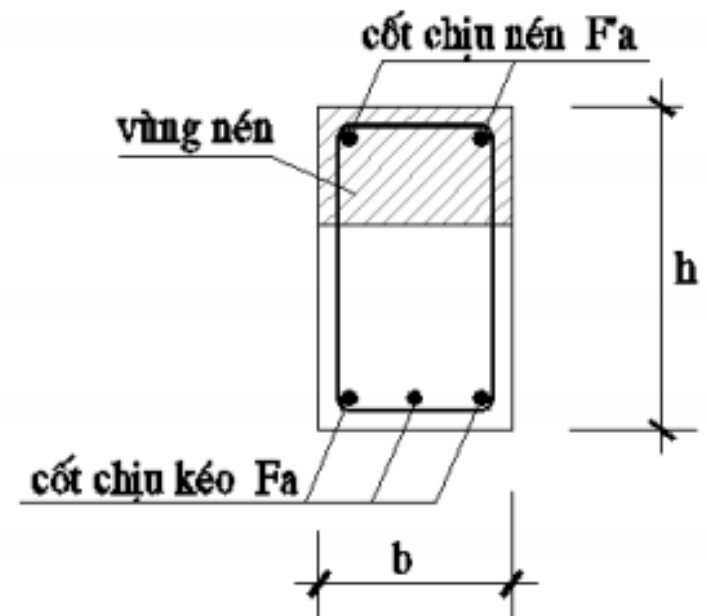
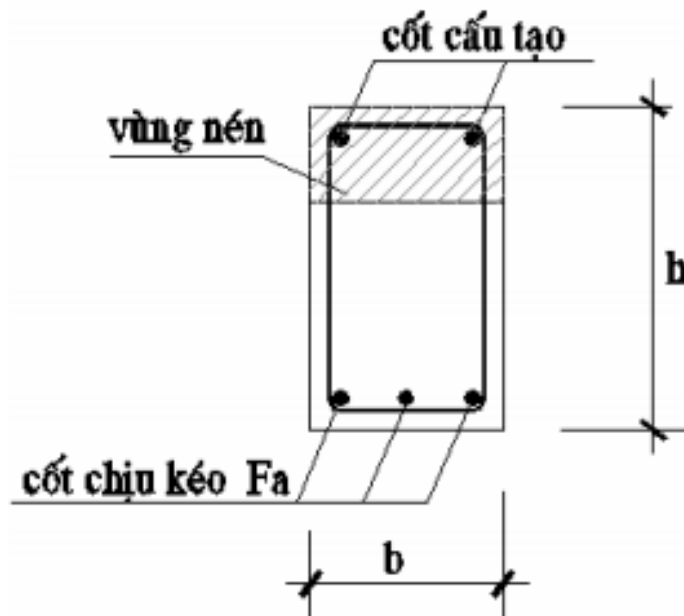
- **Giai đoạn III:** Giai đoạn phá hoại
 - ✓ Phá hoại dẻo: Ứng suất trong vùng nén tăng trong khi ứng suất trong cốt thép không tăng đến $\sigma_b = R_n$ dầm bị phá hoại
 - ✓ Phá hoại giòn: nếu cốt thép nhiều, sự phá hoại xảy ra khi ứng suất nén trong bê tông đạt R_n mà ứng suất trong cốt thép chưa tới R_a



4.3. Tính toán cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ nhật theo cường độ trên tiết diện thẳng góc

4.3.1 Các trường hợp đặt cốt thép

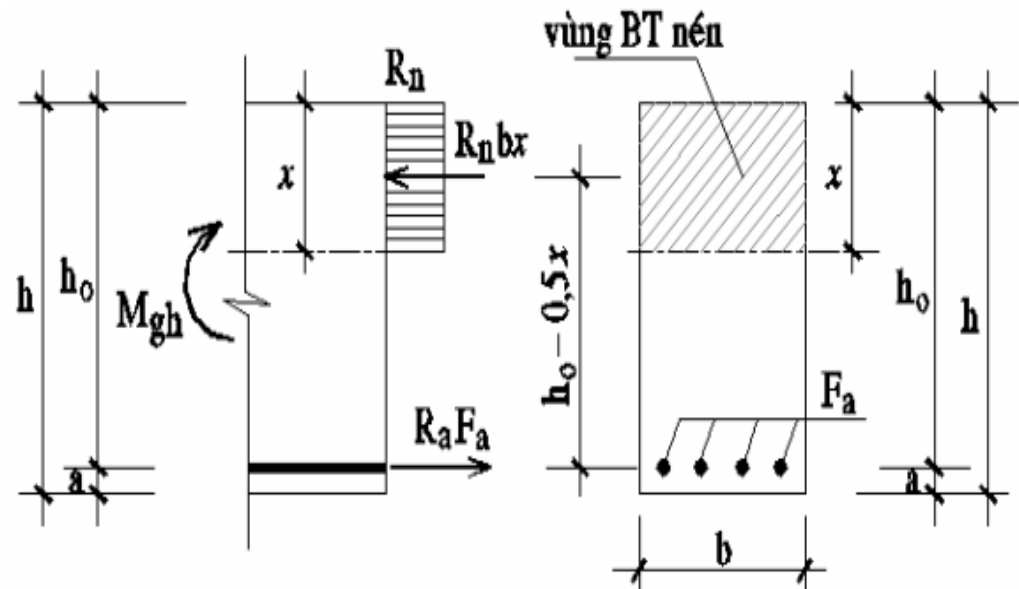
- **Cốt đơn:** chỉ có cốt thép F_a đặt trong vùng kéo, trong vùng nén chỉ có thép cấu tạo
- **Cốt kép:** có cả cốt thép F_a đặt trong vùng kéo và F'_a đặt trong vùng nén



4.3.2 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn

a) Sơ đồ ứng suất

- Lấy trường hợp phá hoại dẻo làm cơ sở tính toán
- Các giả thiết :
 - ✓ Ứng suất trong cốt thép F_a đạt tới R_a
 - ✓ Ứng suất trong vùng bê tông chịu nén đạt tới R_n
 - ✓ Biểu đồ ứng suất trong vùng bê tông chịu nén có dạng hình chữ nhật.
 - ✓ Bỏ qua sự chịu lực của vùng bê tông chịu kéo (vì đã nứt)



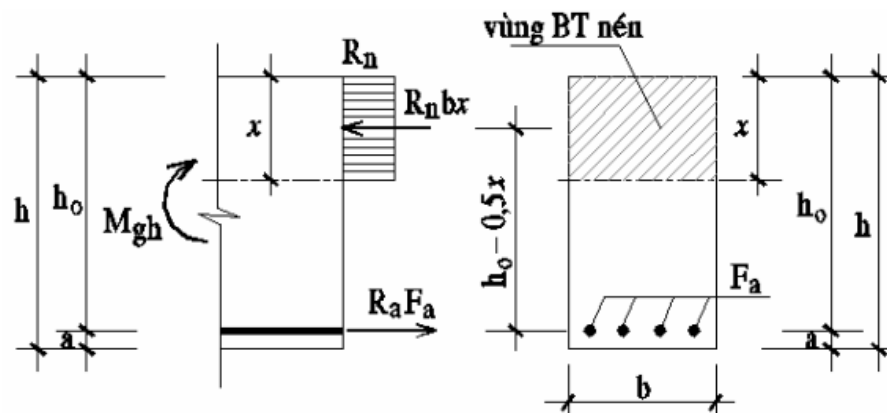
Hình 4.11 Sơ đồ ứng suất của tiết diện có cốt đơn

4.3.2 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn

a) Sơ đồ ứng suất

• Các ký hiệu:

- ✓ M_{gh} : Momen giới hạn
- ✓ a : khoảng cách từ trọng tâm cốt thép chịu kéo đến mép chịu kéo của tiết diện
- ✓ $h_0 = h - a$: Chiều cao tính toán.
- ✓ x : chiều cao vùng nén
- ✓ F_a : diện tích tiết diện ngang của cốt thép chịu kéo



Hình 4.11 Sơ đồ ứng suất của tiết diện có cốt đơn

4.3.2 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn

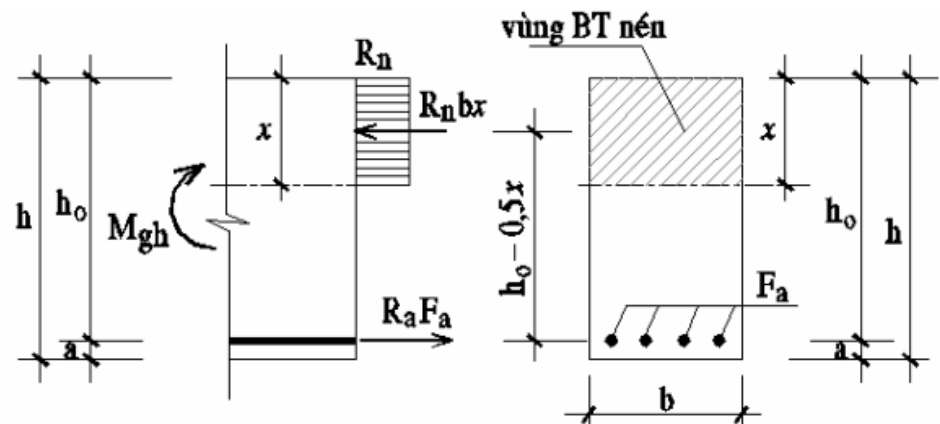
b) Phương trình cân bằng

- Chiếu các lực lên phương trục dầm:

$$R_a F_a = R_n b x \quad (4.1)$$

- Lấy momen đối với trục đi qua điểm đặt trọng tâm F_a và thẳng góc với mặt phẳng uốn

$$M_{gh} = R_n b x (h_0 - 0,5x) \quad (4.2)$$



Hình 4.11 Sơ đồ ứng suất của tiết diện có cốt đơn

4.3.2 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn

b) Phương trình cân bằng

- Biến đổi các phương trình cân bằng

Đặt: $\alpha = \frac{x}{h_0}$

$$A = \alpha(1 - 0,5\alpha)$$

$$\gamma = 1 - 0,5\alpha$$

Suy ra:

$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A} \quad (4.3)$$

$$\gamma = 0,5(1 + \sqrt{1 - 2A}) \quad (4.4)$$

4.3.2 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn

b) Phương trình cân bằng

- Thay $x = \alpha h_0$ vào (4.1) ta được:

$$R_a F_a = \alpha R_n b h_0 \quad (4.5)$$

- Thay $x = \alpha h_0$ vào (4.2) ta được:

$$M_{gh} = R_n b \alpha h_0 (h_0 - 0,5 \alpha h_0) = R_n b h_0^2 \alpha (1 - 0,5 \alpha) \quad (*)$$

- Thay $A = \alpha (1 - 0,5 \alpha)$ vào (*) ta được

$$M_{gh} = A R_n b h_0^2 \quad (4.6)$$

- Thay (4.5) vào (*) ta được

$$M_{gh} = \gamma R_a F_a h_0 \quad (4.7)$$

4.3.2 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn

c) Điều kiện hạn chế

- Để xảy ra phá hoại dẻo thì cốt thép F_a không được quá nhiều tức là hạn chế x .

$$x \leq \alpha_0 h_0$$

$$\Leftrightarrow \alpha \leq \alpha_0$$

$$\Leftrightarrow A \leq A_0 = \alpha_0 (1 - 0,5\alpha_0)$$

Các trị số α_0 , A_0 phụ thuộc mác bê tông, nhóm cốt thép.

* Bê tông M200, thép có $R_a \leq 3000 \text{ kG/cm}^2$: $\alpha_0 = 0,62$; $A_0 = 0,428$

* BT mác M250 ÷ M300, thép có $R_a \leq 3000 \text{ kG/cm}^2$: $\alpha_0 = 0,58$; $A_0 = 0,412$

4.3.2 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn

c) Điều kiện hạn chế

Gọi $\mu = \frac{F_a}{bh_0}$ là hàm lượng cốt thép: $\mu \leq \mu_{\max}$

$$\mu_{\max} = \alpha_0 \frac{R_n}{R_a}$$

- Nếu F_a quá ít thì xảy ra phá hoại đột ngột sau khi betong nứt. Để tránh điều đó cần bảo đảm: $\mu \geq \mu_{\min}$
Thường lấy: $\mu_{\min} = 0,05 \div 0,1\%$

➤ Tóm lại, hàm lượng cốt thép cần thỏa:

$$\mu_{\min} \leq \mu = \frac{F_a}{bh_0} \leq \mu_{\max}$$

4.3.2 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn

d) Các dạng bài toán:

Bài toán số 1: bài toán thiết kế

Biết : M, b, h , mac Betong, nhóm cốt thép.

Yêu cầu: Tính F_a

Cách giải:

- B1: Tra bảng xác định R_n , R_a , A_0 ; giả thiết a để tính $h_0 = h - a$
- B2: Tính A :

$$A = \frac{M}{R_n b h_0^2}$$

- Nếu: $A > 0,5$: cần tăng kích thước, tiết diện hoặc Mac Betong
- Nếu $A_0 < A \leq 0,5$: Có thể tính cốt kép, hoặc tăng tiết diện để tính cốt đơn.
- Nếu $A \leq A_0$: tính cốt đơn Bước 3.

• B3:

Tính (hoặc tra bảng): $\alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A}$

Hoặc:

$$\gamma = 0,5(1 + \sqrt{1 - 2A})$$

Tính:
$$F_a = \alpha \frac{R_n}{R_a} b h_0$$

Hoặc:
$$F_a = \frac{M}{\gamma R_a h_0}$$

- B4: Chọn và bố trí cốt thép:
 - Có thể chọn F_a dư $\leq 5\%$ hoặc thiếu $\leq 3\%$
 - Kiểm tra lại khoảng cách cốt thép, chênh lệch đường kính.
 - Kiểm tra hàm lượng cốt thép.

$$\mu_{\min} \leq \mu = \frac{F_a}{bh_0} \leq \mu_{\max}$$

Bài toán số 2: bài toán kiểm tra cường độ

Biết : F_a , M , b , h , m ac Betong, nhóm cốt thép.

Yêu cầu: Kiểm tra khả năng chịu lực ($M \leq M_{gh}$)

Cách giải:

- Tính
$$\alpha = \frac{R_a F_a}{R_n b h_0^2}$$
- Nếu: $\alpha \leq \alpha_0$ thì tra bảng hoặc tính A.
$$A = \alpha(1 - 0,5\alpha)$$

Từ đó xác định:

- Nếu: $\alpha > \alpha_0$ tức là cốt thép quá nhiều.

$$M_{gh} = A_0 R_n b h_0^2$$

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

Khi nào cần đặt cốt kép:

Tính A:

$$A = \frac{M}{R_n b h_0^2}$$

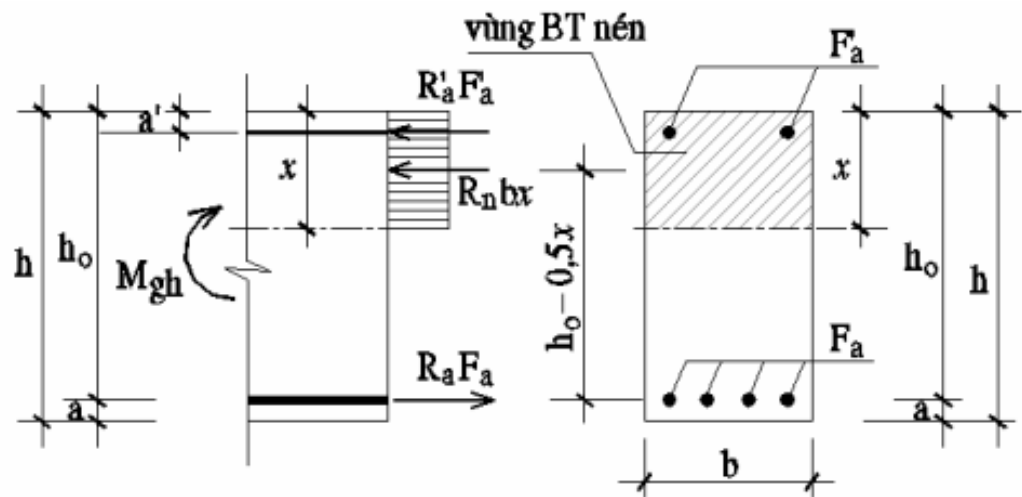
- Nếu $A_0 < A \leq 0,5$: tính cốt kép
- Nếu $A > 0,5$: tăng h hoặc tăng mac betong để $A \leq 0,5$

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

a) Sơ đồ ứng suất

• Các giả thiết :

- ✓ Ứng suất trong cốt thép F_a đạt tới R_a
- ✓ Ứng suất trong cốt thép F'_a đạt tới R'_a
- ✓ Ứng suất trong vùng bê tông chịu nén đạt tới R_n và biểu đồ ứng suất trong vùng bê tông chịu nén có dạng hình chữ nhật.
- ✓ Bỏ qua sự chịu lực của vùng bê tông chịu kéo (vì đã nứt)



Hình 4.12 Sơ đồ ứng suất của tiết diện có cốt kép

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

b) Phương trình cân bằng

- Chiếu các lực lên phương trục dầm

$$R_a F_a = R_n b x + R'_a F'_a \quad (4.13)$$

- Lấy momen đối với trục đi qua điểm đặt trọng tâm F_a và thẳng góc với mặt phẳng uốn:

$$M_{gh} = R_n b x (h_0 - 0.5x) + R'_a F'_a (h_0 - a') \quad (4.14)$$

- Nếu đặt $\alpha = x/h_0$ và $A = \alpha(1 - 0.5\alpha)$:

$$R_a F_a = \alpha R_n b h_0 + R'_a F'_a \quad (4.15)$$

$$M_{gh} = A R_n b h_0^2 + R'_a F'_a (h_0 - a') \quad (4.16)$$

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

c) Điều kiện hạn chế

- Để không xảy ra phá hoại giòn từ vùng bê tông chịu nén phải thỏa mãn điều kiện:

$$x \leq \alpha_0 h_0$$

$$\Leftrightarrow \alpha \leq \alpha_0$$

$$\Leftrightarrow A \leq A_0 = \alpha_0 (1 - 0,5\alpha_0)$$

- Để ứng suất trong cốt thép chịu nén F' đạt đến cường độ chịu nén tính toán R' thì cần thỏa điều kiện

$$x \geq 2a'$$

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

d) Các dạng bài toán:

Bài toán số 1 : Tính cốt thép F_a và F'_a

Biết : M, b, h , mac Betong, nhóm cốt thép.

Yêu cầu: Tính F_a và F'_a

Cách giải:

- Các số liệu đã biết : $M; b; h; R_n; R_a; h_0 = h - a$
- Kiểm tra sự cần thiết phải đặt cốt kép:

$$A_0 \leq \frac{M}{R_n b h_0^2} \leq 0,5 \quad (4.19)$$

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

d) Các dạng bài toán:

- Cho $\alpha = \alpha_0$ và $A = A_0$
- Xác định cốt thép chịu nén:

$$F'_a = \frac{M - A_0 R_n b h_0^2}{R'_a (h_0 - a')} \quad (4.20)$$

- Xác định cốt thép chịu kéo:

$$F_a = \frac{\alpha_0 R_n b h_0}{R_a} + \frac{R'_a}{R_a} F'_a \quad (4.21)$$

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

d) Các dạng bài toán:

Bài toán số 2 : Tính cốt thép F_a

Biết : M, b, h , mac Betong, nhóm cốt thép và F'_a

Yêu cầu: Tính F_a

Cách giải:

- Các số liệu đã biết : $M; b; h; R_n; R_a; h_0 = h - a; F'_a; a'$
- Xác định A:

$$A = \frac{M - R'_a F'_a (h_0 - a')}{R_n b h_0^2} \quad (4.22)$$

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

d) Các dạng bài toán:

- Nếu $A > A_0$: F'_a chưa đủ, cần tính cả F'_a và F_a theo bài toán 1
- Nếu $A \leq A_0$ tính $\alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A}$ suy ra $x = \alpha h_0$
- Có 2 trường hợp:

❖ Nếu $x \geq 2a'$:

$$F_a = \frac{\alpha R_n b h_0}{R_a} + \frac{R'_a}{R_a} F'_a \quad (4.23)$$

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

d) Các dạng bài toán:

- ❖ Nếu $x < 2a'$: ứng suất trong cốt thép chịu nén F'_a chỉ đạt đến $\sigma'_a < R'_a$.

Cho $x = 2a'$ và viết phương trình momen đối với trọng tâm cốt thép F'_a :

$$M_{gh} = R_a F_a (h_0 - a') \quad (4.24)$$

Từ đó suy ra:

$$F_a = \frac{M}{R_a (h_0 - a')} \quad (4.25)$$

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

d) Các dạng bài toán:

Bài toán số 3 : Bài toán kiểm tra cường độ

Biết : F_a, F'_a, b, h , mac Betong, nhóm cốt thép.

Yêu cầu: Kiểm tra khả năng chịu lực ($M \leq M_{gh}$)

Cách giải:

- Tính α :

$$\alpha = \frac{R_a F_a - R'_a F'_a}{R_n b h_0} \quad (4.26)$$

- Nếu $\alpha > \alpha_0$ lấy $\alpha = \alpha_0 \Rightarrow A = A_0$

$$M_{gh} = A_0 R_n b h_0^2 + R'_a F'_a (h_0 - a') \quad (4.27)$$

4.3.3 Tính tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

d) Các dạng bài toán:

- Nếu $\alpha \leq \alpha_0$ tính $x = \alpha h_0$ có 2 trường hợp:
 - ❖ Nếu $x \geq 2a'$: ứng suất trong cốt thép chịu nén F'_a đạt đến R'_a . Tính $A = \alpha(1 - 0,5\alpha)$. Khả năng chịu lực:

$$M = AR_n b h_0^2 + R'_a F'_a (h_0 - a') \quad (4.16)$$

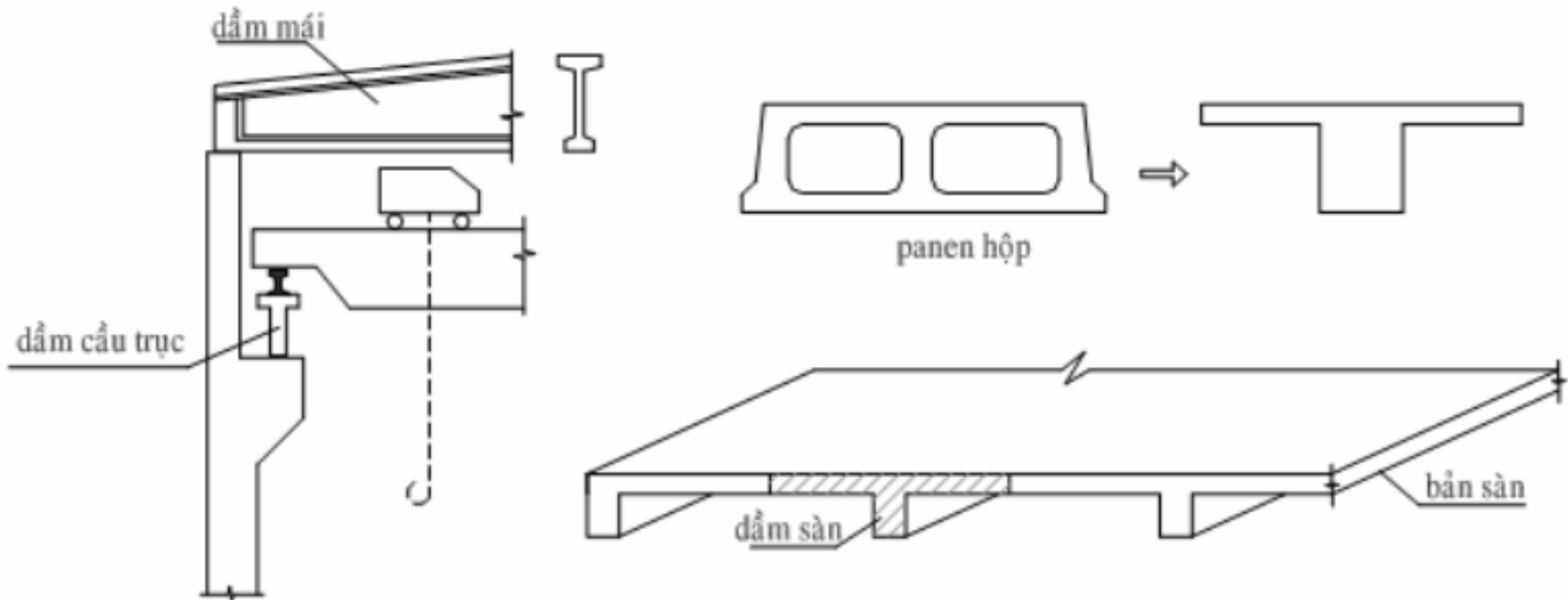
- ❖ Nếu $x < 2a'$: ứng suất trong cốt thép chịu nén F'_a chỉ đạt đến $\sigma'_a < R'_a$. Lấy $x = 2a'$. Khả năng chịu lực:

$$M_{gh} = R_a F_a (h_0 - a') \quad (4.24)$$

4.4. Cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ T

4.4.1 Khái niệm chung và đặc điểm cấu tạo

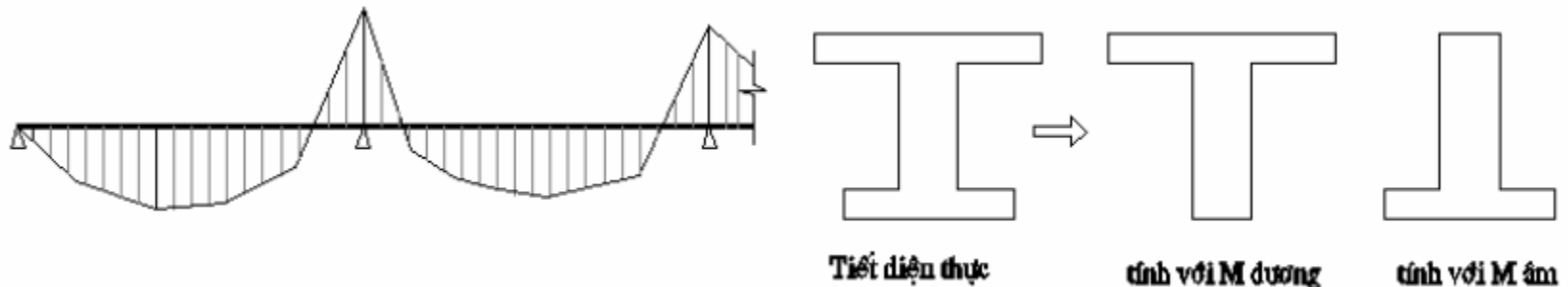
- Cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ T thường gặp là: dầm đỡ toàn khối với sàn, dầm cầu, dầm đỡ cầu trục..



4.4. Cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ T

4.4.1 Khái niệm chung và đặc điểm cấu tạo

- Tiết diện chữ T gồm có cánh và sườn.
 - Cánh nằm trong vùng nén sẽ làm tăng diện tích vùng betong nén so với tiết diện chữ nhật $b \times h$: nên cánh phải được kể đến trong tính toán.
 - Cánh nằm trong vùng kéo sẽ không được kể đến trong tính toán theo cường độ. Tiết diện vẫn được tính theo tiết diện chữ nhật.



4.4. Cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ T

4.4.1 Khái niệm chung và đặc điểm cấu tạo

- Khi tính toán cần hạn chế bề rộng cánh b' để đảm bảo cánh cùng tham gia chịu lực với sườn.
- Với cấu kiện độc lập tiết diện T :
 - $S'_c \leq 1/6$ nhịp cấu kiện ; và :
 - lấy $S'_c \leq 6h'_c$ khi $h'_c \geq 0,1h$
 - lấy $S'_c \leq 3h'_c$ khi $0,05h \leq h'_c < 0,1h$
 - lấy $S'_c = 0$ khi $h'_c < 0,05h$ (bỏ qua phần cánh)
- Với dầm đỡ toàn khối với sàn, khi $h'_c \geq 0,1h$ có thể lấy $S'_c \leq 9h'_c$, và b'_c không lấy vượt quá khoảng cách giữa hai trục dầm .

4.4. Cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ T

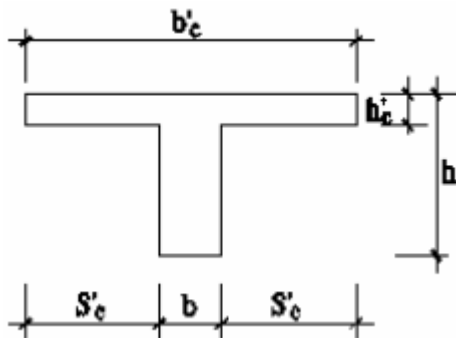
4.4.2 Tính toán tiết diện chữ T.

Gọi M_c là moment ứng với trường hợp TTH đi qua mép dưới của cánh :

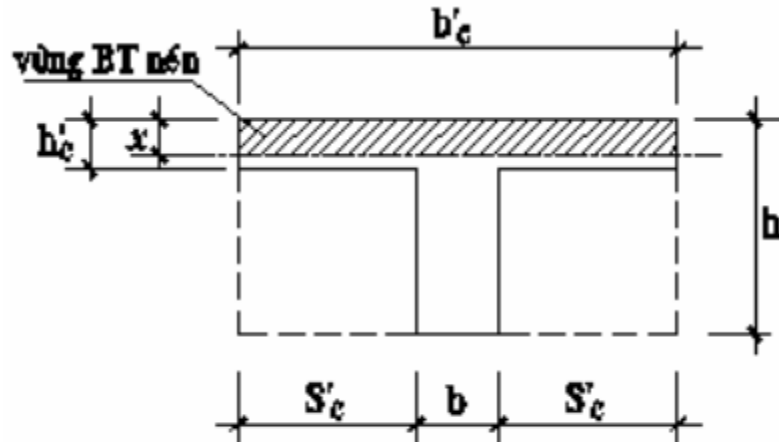
$$M_c = R_n b'_c h'_c (h_0 - 0,5h'_c) \quad (4.28)$$

So sánh M_c với moment do ngoại lực M , ta phân biệt hai trường hợp :

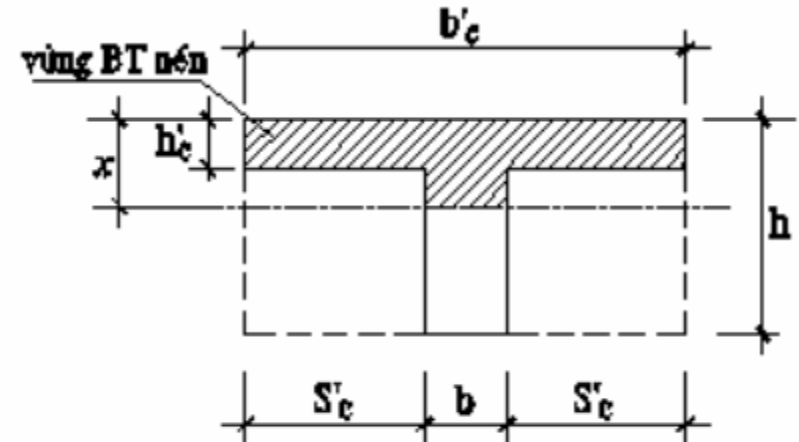
- TTH qua cánh : $M \leq M_c$
- TTH qua sườn : $M > M_c$



4.4.2 Tính toán tiết diện chữ T



Trục trung hòa qua cánh : $x \leq h'_c$



Trục trung hòa qua sườn : $x > h'_c$

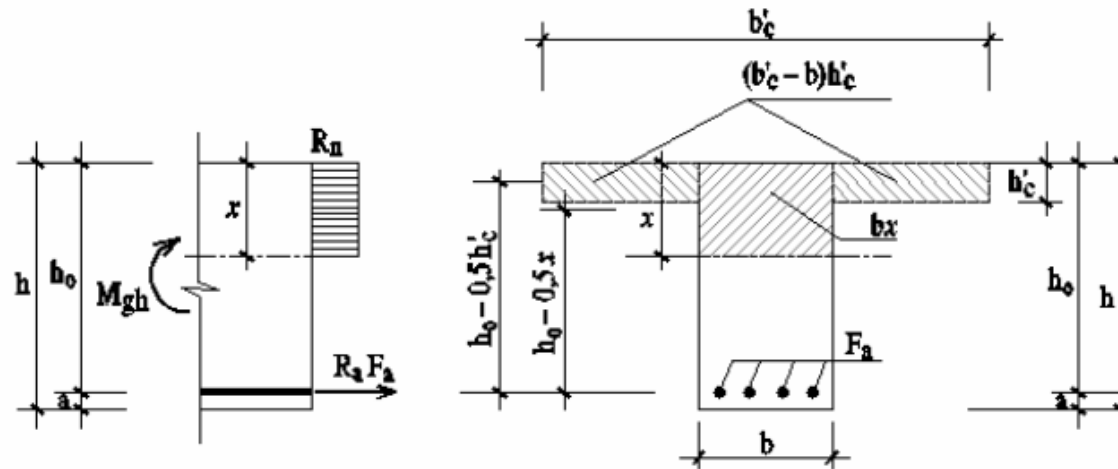
a) Trường hợp trục trung hòa qua cánh:

Tính toán như tiết diện chữ nhật $b'_c \times h$

b) Trường hợp trục trung hòa qua sườn:

Tính toán theo tiết diện chữ T

4.1.2 Tính toán tiết diện chữ T



Hình 4.16 Sơ đồ ứng suất của tiết diện chữ T đặt cốt đơn khi trục trung hòa đi qua sườn

$$R_a F_a = R_n b x + R_n (b'_c - b) h'_c \quad (4.29)$$

$$M_{gh} = R_n b x (h_0 - 0,5x) + R_n (b'_c - b) h'_c (h_0 - 0,5h'_c) \quad (4.30)$$

$$R_a F_a = \alpha R_n b h_0 + R_n (b'_c - b) h'_c \quad (4.31)$$

$$M_{gh} = \alpha R_n b h_0^2 + R_n (b'_c - b) h'_c (h_0 - 0,5h'_c) \quad (4.32)$$

- Điều kiện hạn chế: Để bảo đảm xảy ra phá hoại dẻo thì

$$x \leq \alpha_0 h_0 \Leftrightarrow \alpha \leq \alpha_0 \Leftrightarrow A \leq A_0 = \alpha_0 (1 - 0,5\alpha_0)$$

c) Các dạng bài toán

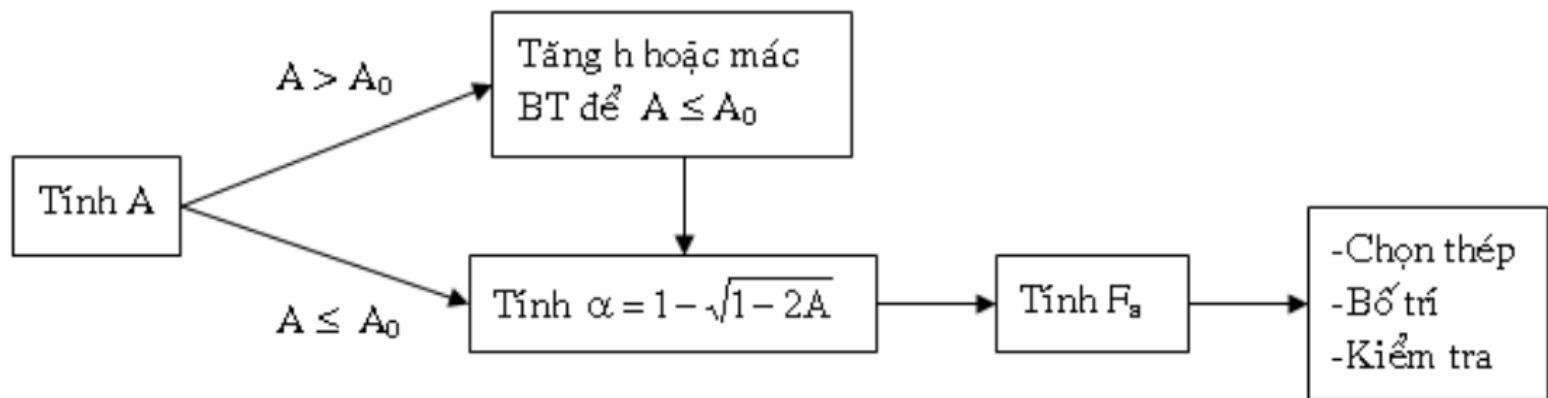
♦ Bài toán tính cốt thép

Biết : M, b, h , mác bê tông, nhóm cốt thép.

Yêu cầu : tính F_a

Giải

- Kiểm tra điều kiện về S'_c (hay b'_c) để cánh có thể cùng tham gia chịu lực với sườn
- Tính M_c theo (4.28) và so sánh M với M_c để xác định vị trí trục trung hòa.
- Nếu $M \leq M_c$: trục trung hòa đi qua cánh $\Rightarrow$ tính như tiết diện chữ nhật $b'_c \times h$
- Nếu $M > M_c$: trục trung hòa đi qua sườn $\Rightarrow$ tính toán theo trình tự sau :



trong đó :

$$A = \frac{M - R_n (b'_c - b) h'_c (h_0 - 0,5h'_c)}{R_n b h_0^2} \longrightarrow F_a = \frac{R_n}{R_a} [\alpha b h_0 + (b'_c - b) h'_c]$$

c) Các dạng bài toán

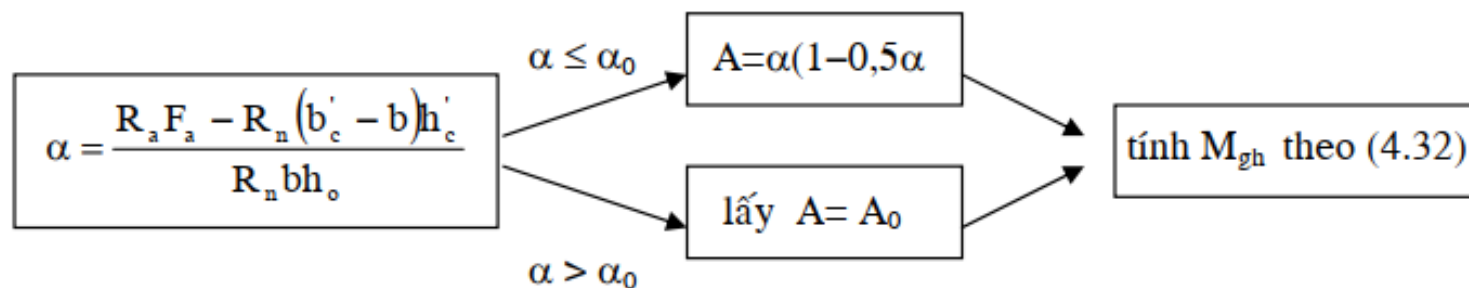
◆ Bài toán kiểm tra cường độ

Biết : F_a , b, h , mác bê tông, nhóm cốt thép.

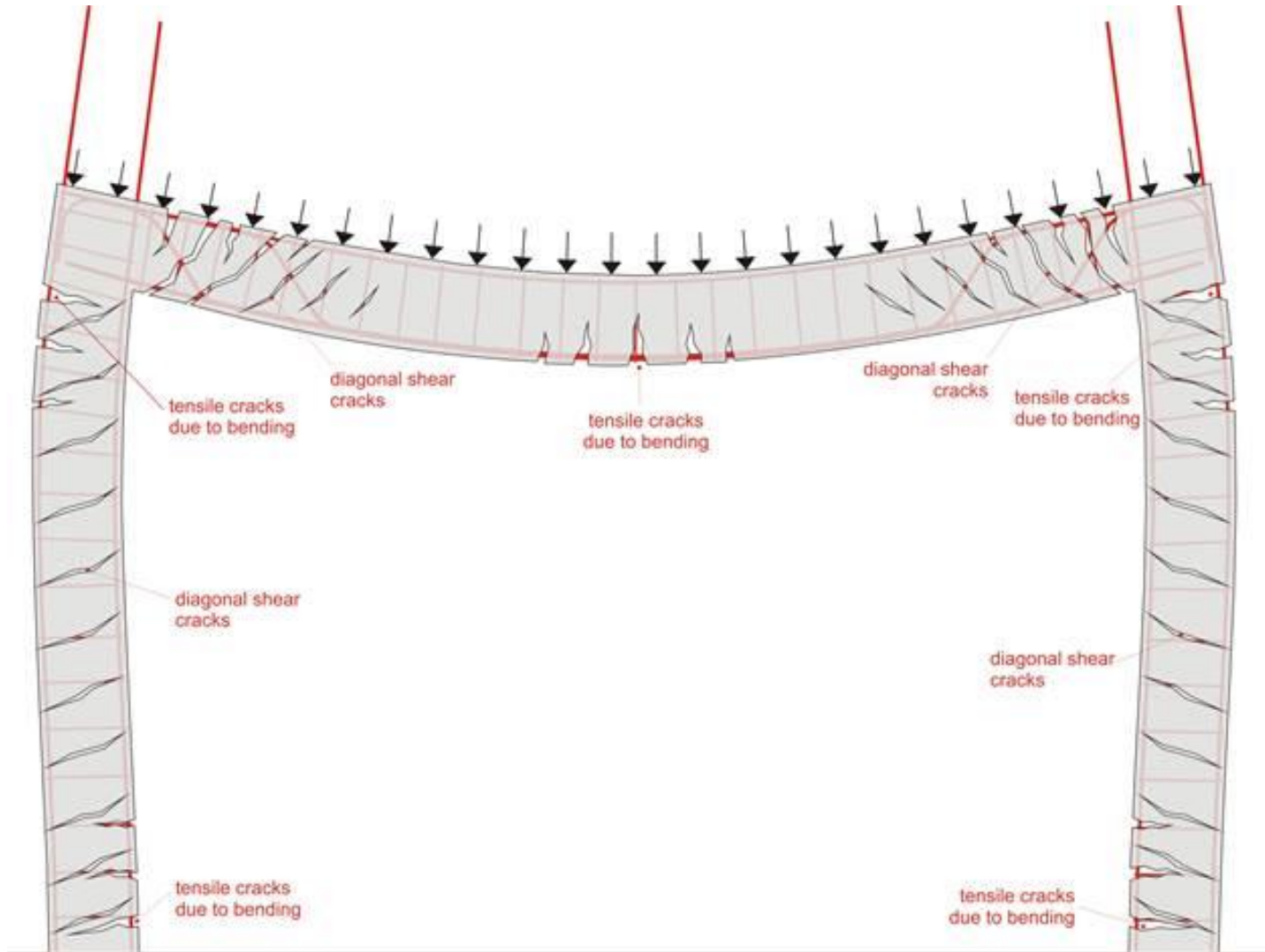
Yêu cầu : kiểm tra khả năng chịu lực ($M \leq M_{gh}$)

Giải

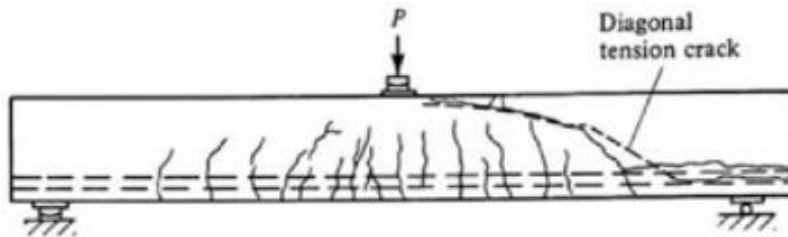
- Kiểm tra điều kiện về S'_c (hay b'_c) để cánh có thể cùng tham gia chịu lực với sườn.
- Xác định vị trí trục trung hòa (TTH):
 - Nếu $R_a F_a \leq R_n b'_c h'_c$: TTH đi qua cánh $\Rightarrow$ tính như tiết diện chữ nhật $b'_c \times h$
 - Nếu $R_a F_a > R_n b'_c h'_c$: TTH đi qua sườn $\Rightarrow$ làm tiếp các bước sau :



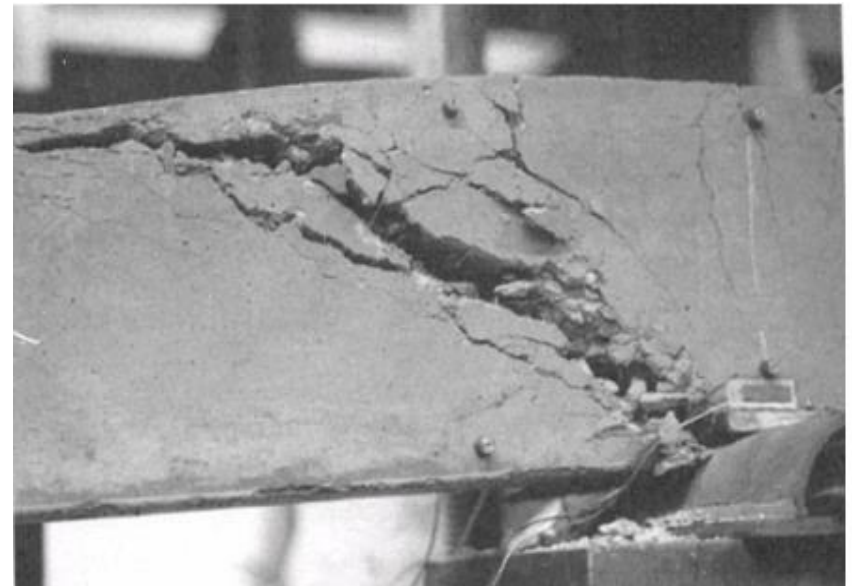
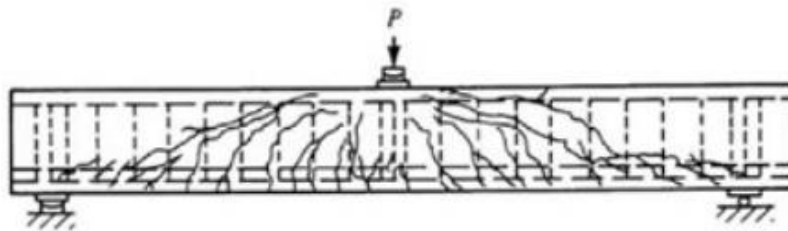
4.5. Tính toán cường độ trên tiết diện nghiêng



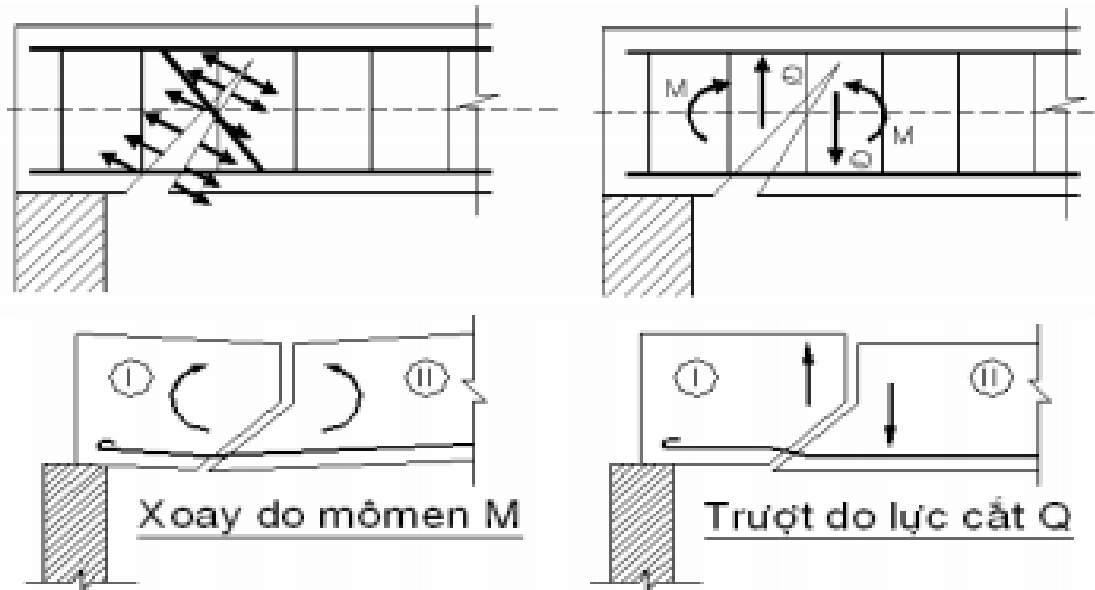
4.5.1 Sự phá hoại theo tiết diện nghiêng.



(a)



4.5.1 Sự phá hoại theo tiết diện nghiêng.



- Momen uốn làm quay hai phần dầm xung quanh vùng nén, còn lực cắt làm tách hai phần dầm.
- Cần tính cốt dọc, cốt đai và cốt đai đi qua khe nứt nghiêng để chống lại sự phá hoại theo tiết diện nghiêng.

4.5.2 Điều kiện tính toán

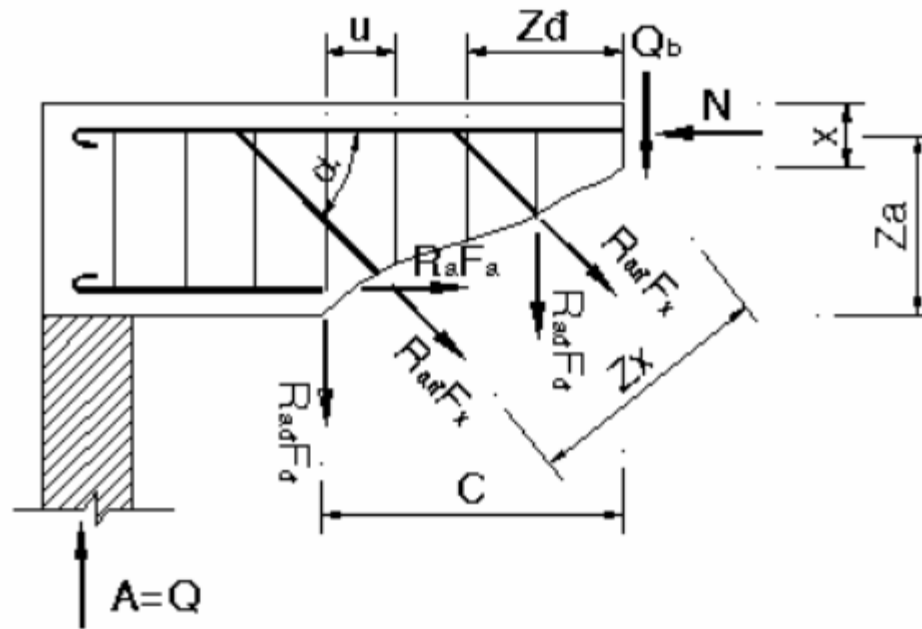
- Tính toán và bố trí cốt thép đai, xiên khi:

$$2,5R_kbh_0 < Q < 0,3R_nbh_0$$

Q: lực cắt tính toán tác dụng tại mặt cắt

- Nếu $Q \leq 2,5R_kbh_0$ bản thân betong đủ chịu lực cắt nên không cần tính toán cốt thép ngang, chỉ bố trí theo cấu tạo
- Nếu $Q > 0,3R_nbh_0$ tăng kích thước tiết diện, mac betong đến khi thỏa mãn điều kiện

4.5.3 Điều kiện cường độ trên tiết diện nghiêng.



Hình 4.19 Sơ đồ tính toán cường độ trên tiết diện nghiêng

- Phương trình cân bằng:

$$Q \leq Q_d + Q_{xi} + Q_b \quad (4.35)$$

Q_d : Khả năng chịu cắt của cốt thép đai

$$Q_d = \sum R_{ad} F_d$$

Q_{xi} : Khả năng chịu cắt của cốt thép xiên

$$Q_{xi} = \sum R_{ad} F_{xi} \sin \alpha$$

Q_b : Khả năng chịu cắt của Betong

$$Q_b = \frac{2R_k b h_0^2}{C}$$

4.5.4 Tính toán cốt đai khi không đặt cốt xiên.

a. Xác định tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất.

Công thức (4.35) trở thành

$$Q \leq \sum R_{ad} F_d + Q_b$$
$$\Leftrightarrow Q \leq q_d C + \frac{2R_k b h_0^2}{C}$$

Trong đó:

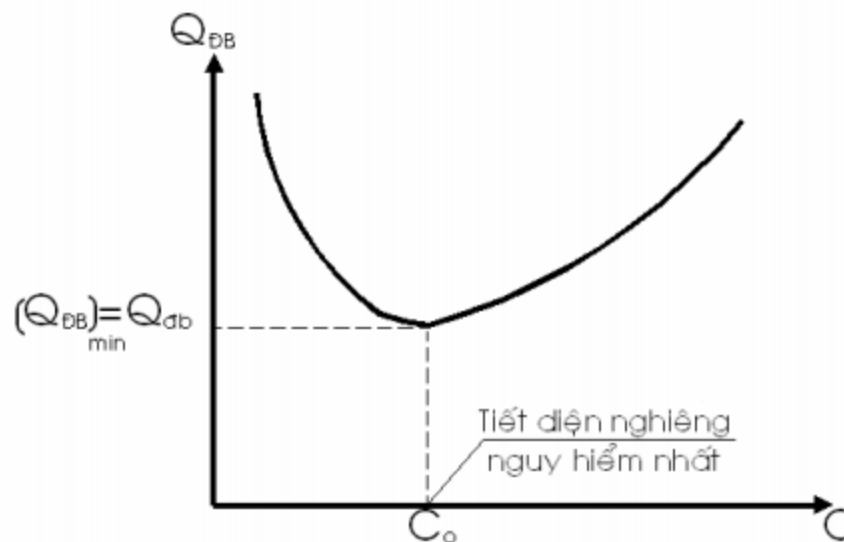
$$q_d = \frac{R_{ad} F_d}{u}$$

u : Khoảng cách giữa các cốt đai

C : Hình chiếu bằng của tiết diện nghiêng lên phương trục dầm

Gọi $Q_{db} = q_d C + \frac{2R_k b h_0^2}{C}$ là khả năng chịu cắt

Đồ thị quan hệ Q-C:



Hình 4.20 Đồ thị quan hệ $Q_{DB} - C$

- Xác định C_0 như sau:

$$\frac{dQ_{db}}{dC} = 0 \Rightarrow q_d + \frac{2R_k b h_0^2}{C^2} = 0$$
$$\Rightarrow C_0 = \sqrt{\frac{2R_k b h_0^2}{q_d}}$$

- Từ đó, khả năng chịu cắt của tiết diện nghiêng yếu nhất là:

$$Q_{db} = \sqrt{8R_k b h_0^2 q_d}$$

4.5.4 Tính toán cốt đai khi không đặt cốt xiên.

b. Tính khoảng cách bước đai

➤ Xác định bước đai tính toán:

$$Q \leq Q_{db}$$

$$\Leftrightarrow Q \leq \sqrt{8R_k b h_0^2 q_d}$$

$$\Leftrightarrow u \leq R_{ad} F_{ad} \frac{8R_k b h_0^2}{Q^2} = u_{tt}$$

➤ Bước đai tối đa:

$$u \leq u_{\max} = \frac{1,5R_k b h_0^2}{Q}$$

4.5.4 Tính toán cốt đai khi không đặt cốt xiên.

b. Tính khoảng cách bước đai

➤ Khoảng cách cấu tạo của cốt đai:

- Trong đoạn có lực cắt lớn:

$$u_{ct} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} h / 2 \\ 150mm \end{array} \right\} \quad \text{khi } h \leq 450mm$$

$$u_{ct} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} h / 2 \\ 300mm \end{array} \right\} \quad \text{khi } h > 450mm$$

- Trong đoạn còn lại:

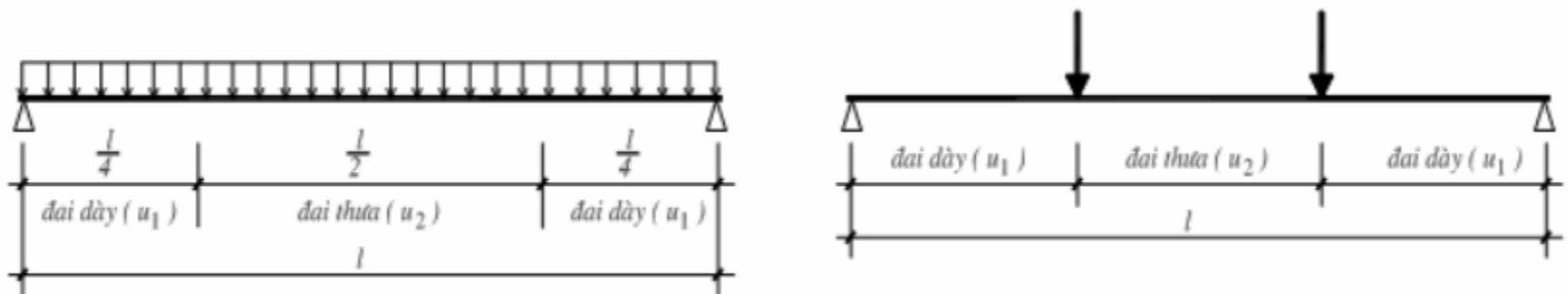
$$u_{ct} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} 3h / 4 \\ 500mm \end{array} \right\} \quad \text{khi } h > 300mm$$

4.5.4 Tính toán cốt đai khi không đặt cốt xiên.

b. Tính khoảng cách bước đai

➤ Khoảng cách thiết kế của cốt đai

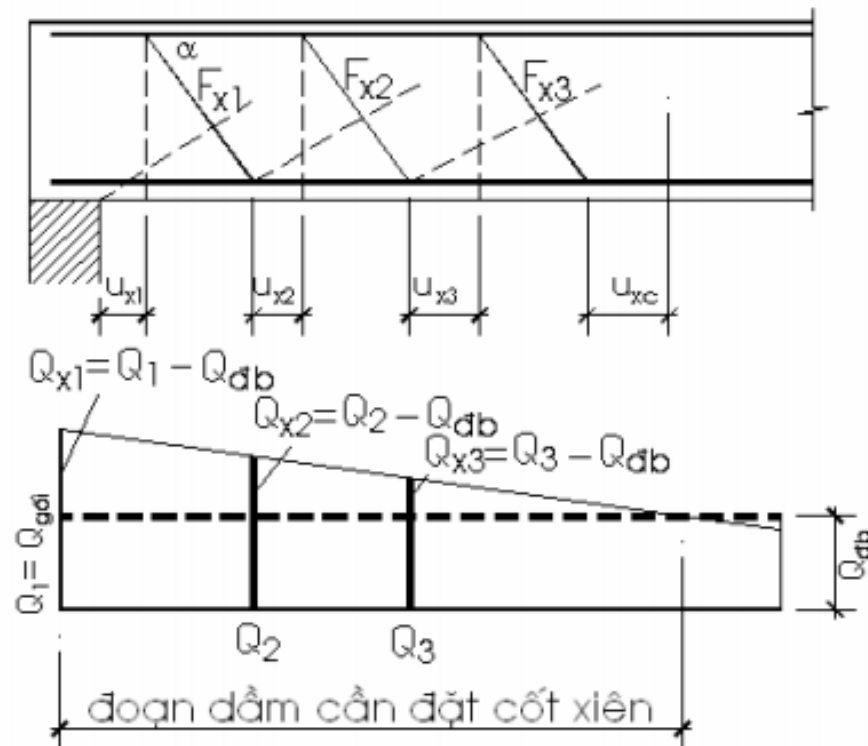
$$u_{ct} \leq \min \{u_{tt}, u_{\max}, u_{ct}\}$$



Hình 4.22 Bố trí cốt đai

4.5.5 Tính toán cốt xiên.

a. Xác định đoạn bố trí



Hình 4.23 Bố trí các lớp cốt xiên

4.5.5 Tính toán cốt xiên.

b. Diện tích cốt xiên

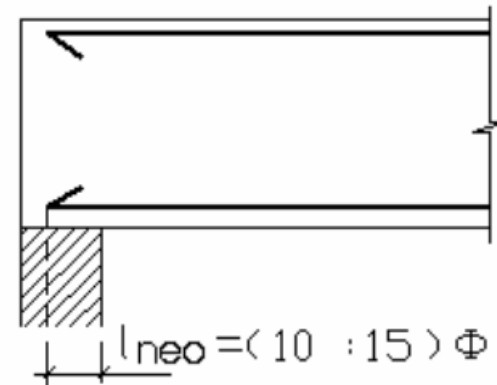
➤ Từ điều kiện về lực cắt:

$$Q \leq Q_{db} + \sum R_{ad} F_{xi}$$
$$\Rightarrow \sum F_{xi} = \frac{Q - Q_{db}}{R_{ad} \sin \alpha}$$

4.5.6 Kiểm tra cường độ trên tiết diện nghiêng theo momen.

Nhằm đảm bảo cốt dọc được neo chắc, không bị tuột:

- Khi $Q \leq k_1 R_k b h_o$ lấy $l_{neo} = 10d$
- Khi $Q > k_1 R_k b h_o$ lấy $l_{neo} \geq 15d$



Hình 4.24. Neo cốt dọc chịu kéo tại gối tựa tự do



Thank you



Chương 5: Kết cấu sàn

5.1 Khái niệm chung

5.1.1 Giới thiệu

5.1.2 Phân loại sàn

5.1.3 Phân biệt bản loại dầm và bản kê bốn cạnh

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.1 Sơ đồ kết cấu

5.2.2 Thiết kế bản sàn

5.2.3 Thiết kế dầm phụ

5.2.4 Thiết kế dầm chính

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.1 Sơ đồ kết cấu

5.3.2 Sự làm việc của bản kê bốn cạnh

5.3.3 Phân tích nội lực bản kê bốn cạnh theo sơ đồ đàn hồi

5.3.4 Phân tích nội lực bản kê bốn cạnh theo sơ đồ khớp dẻo

5.3.5 Tính toán dầm

5.4 Sàn sườn lắp ghép (Panen đúc sẵn)

5.4.1 Khái quát

5.4.2 Các loại Panen

5.4.3 Khái niệm tính toán Panen

5.5 Sàn không dầm

5.5.1 Khái quát

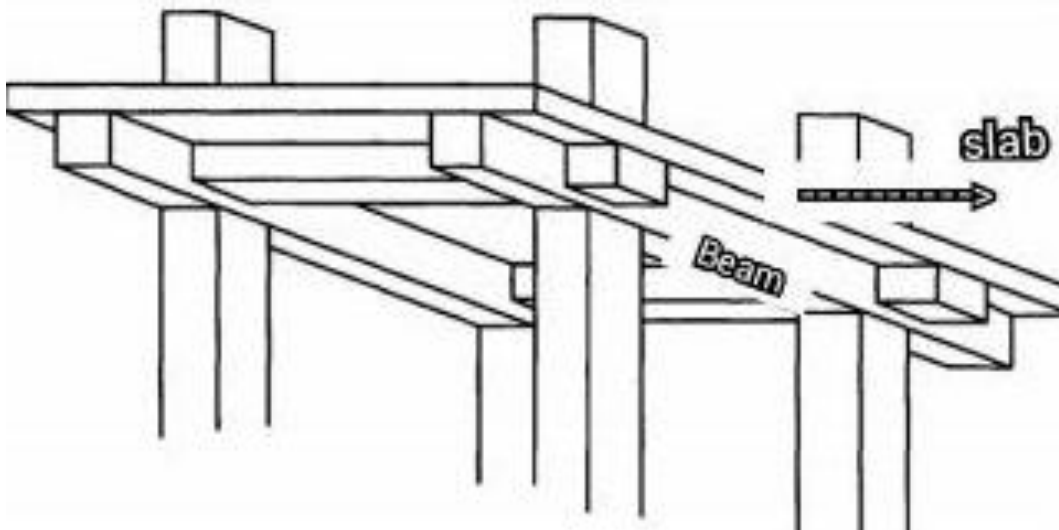
5.5.2 Khả năng chống xuyên thủng của sàn không dầm

5.5.3 Phân tích nội lực kết cấu sàn không dầm

5.1 Khái niệm chung

5.1.1 Giới thiệu

- Sàn chịu lực trực tiếp tải trọng sử dụng và truyền tải lên dầm, cột, xuống móng.
- Ngoài ra sàn còn đóng vai trò làm vách cứng ngang làm tăng thêm độ cứng và độ ổn định cần thiết theo phương ngang cho công trình



5.1 Khái niệm chung

5.1.1 Giới thiệu

Ưu điểm

- Độ cứng lớn
- Khả năng chịu lực cao
- Chống cháy tốt
- Đạt yêu cầu thẩm mỹ

Nhược điểm

- Nặng
- Thi công phức tạp
- Khả năng cách âm không cao

5.1 Khái niệm chung

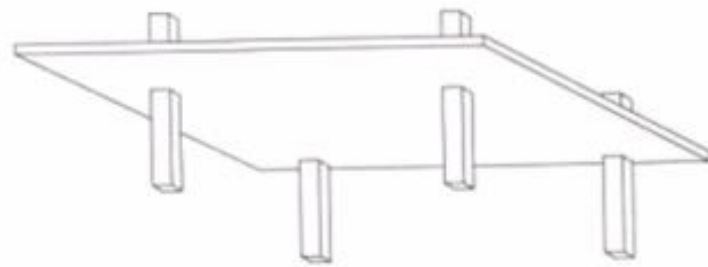
5.1.2 Phân loại sàn

a) Theo phương pháp thi công

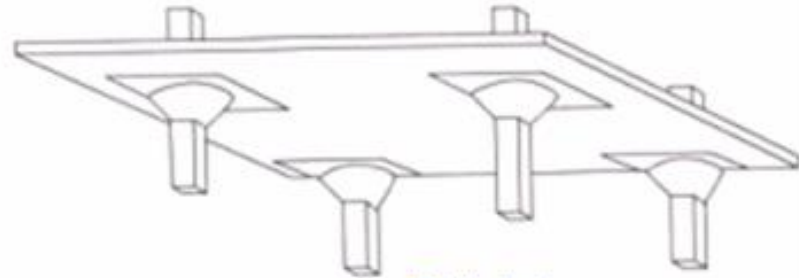
- Sàn toàn khối
- Sàn lắp ghép
- Sàn bán lắp ghép

b) Theo sơ đồ kết cấu

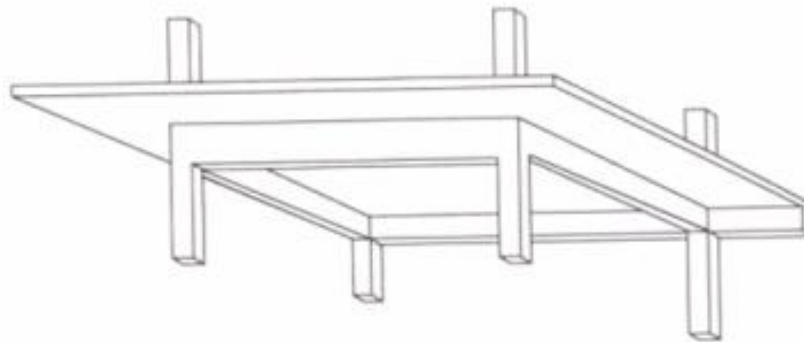
- Sàn sườn
 - ✓ Sàn bản dầm
 - ✓ Sàn bản kê bốn cạnh
 - ✓ Sàn sườn ô cờ
 - ✓ Sàn có dầm bệ
 - ✓ Sàn panel
- Sàn không sườn
 - ✓ Sàn phẳng



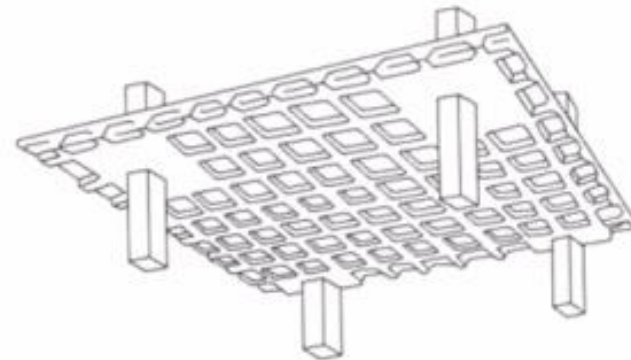
Flat plate



Flat slab



Slab on beams



Waffle slab

Hình 5.1. Một số loại sàn BTCT



Flat Slab System



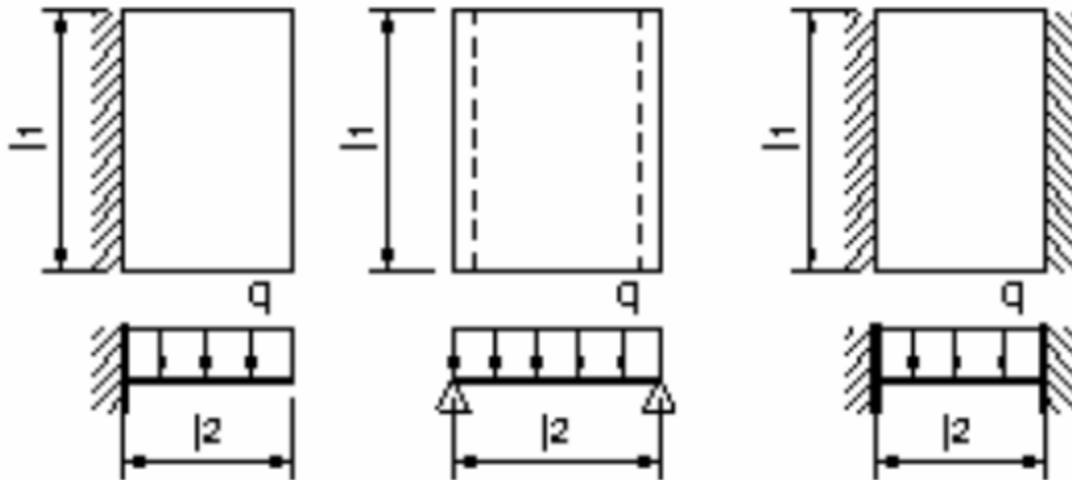
Conventional Slab- Beam System



5.1 Khái niệm chung

5.1.3 Phân biệt bản loại dầm và bản kê bốn cạnh

- a) *Bản loại dầm*: Khi bản sàn được liên kết ở một cạnh hoặc ở hai cạnh đối diện. Lúc đó tải trọng chỉ được truyền theo phương có liên kết, bản chỉ làm việc một phương.

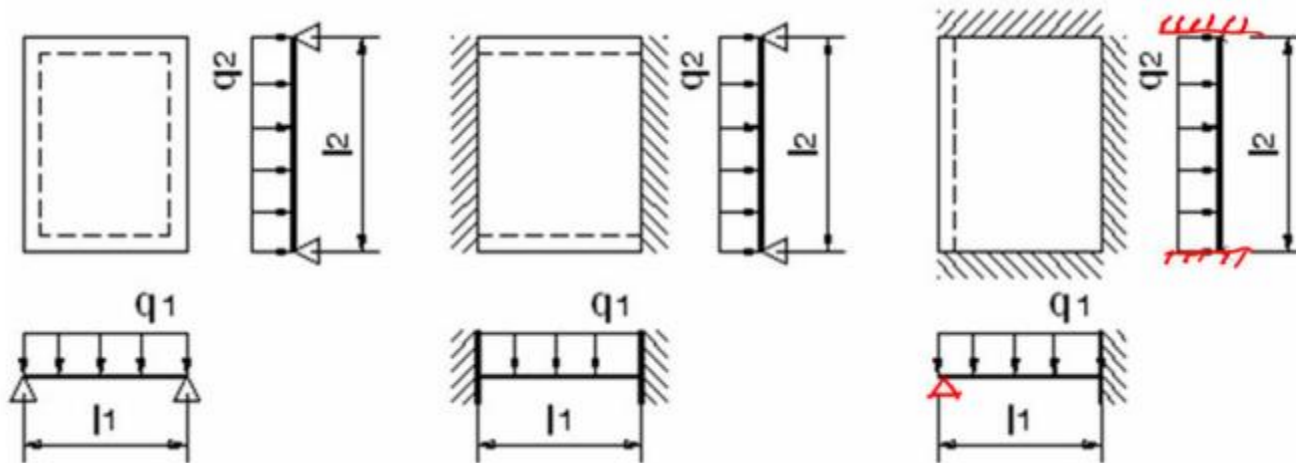


Hình 5.4 Bản loại dầm

5.1 Khái niệm chung

5.1.3 Phân biệt bản loại dầm và bản kê bốn cạnh

b) Bản kê bốn cạnh: khi bản có liên kết ở cả bốn cạnh, tải trọng tác dụng lên bản truyền đến các liên kết theo cả hai phương. Bản chịu uốn theo cả hai phương được gọi là bản hai phương hay bản kê bốn cạnh



Hình 5.5

Bản liên kết ở bốn cạnh

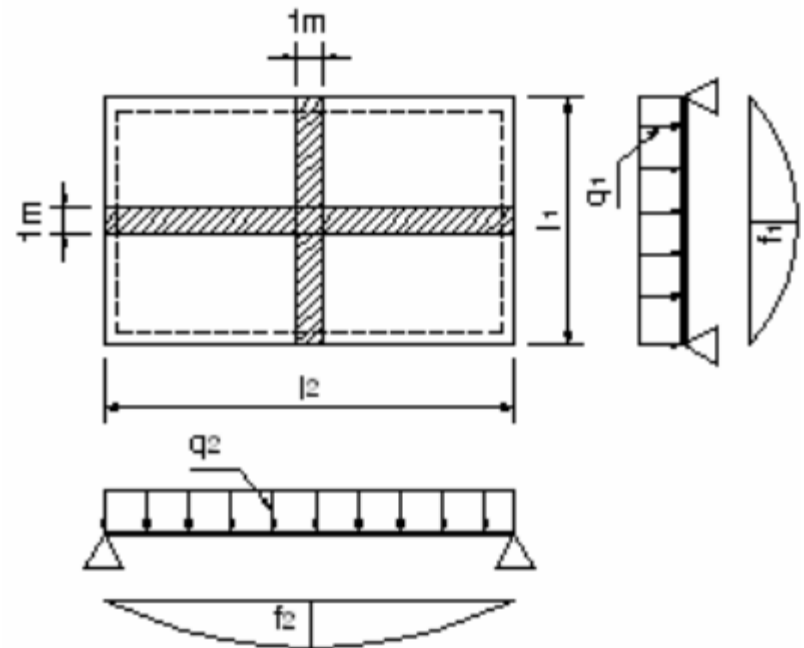
5.1 Khái niệm chung

5.1.3 Phân biệt bản loại dầm và bản kê bốn cạnh

* *Xác định tải trọng truyền theo 2 phương của bản kê 4 cạnh*

- Xét một ô bản tự do ở bốn cạnh, có kích thước $l_1 \times l_2$, chịu tải phân bố đều
- Cắt 2 dải giữa của bản theo 2 phương có bề rộng $b=1$. Dải theo phương l_1 chịu tải q_1 , dải theo phương l_2 chịu tải q_2

$$q = q_1 + q_2 \quad (5.1)$$



Hình 5.6 Phân phối tải trọng hai phương

- Xem mỗi dải như một dầm đơn giản, độ võng ở điểm giữa của mỗi dải:

$$f_1 = \frac{5}{384} \frac{q_1 l_1^4}{EJ}; f_2 = \frac{5}{384} \frac{q_2 l_2^4}{EJ}$$

- Tại điểm giữa, nơi giao nhau độ võng của chúng phải bằng nhau:

$$f_1 = f_2 \Leftrightarrow q_1 l_1^4 = q_2 l_2^4 \quad (5.2)$$

- Từ (5.1) và (5.2) rút ra được:

$$q_1 = \frac{l_2^4}{l_1^4 + l_2^4} q; q_2 = \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4} q$$

- Từ (5.2) ta cũng có:

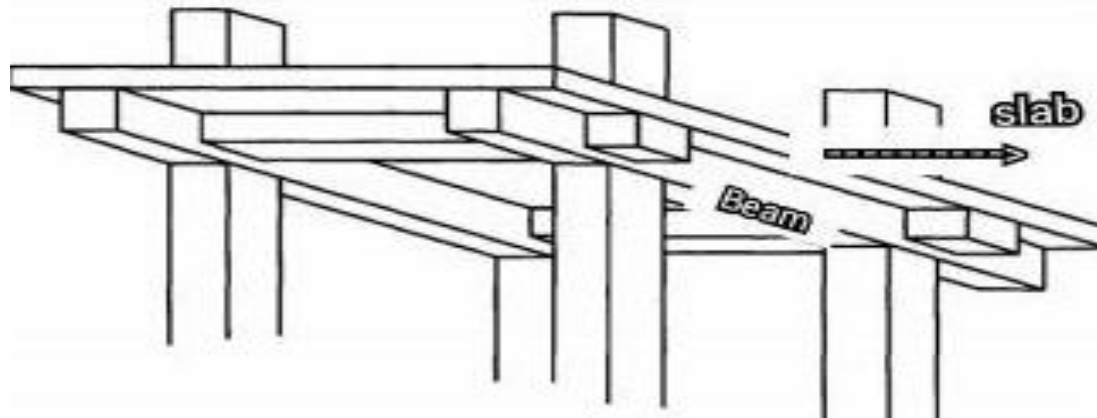
$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{l_2^4}{l_1^4} = \left(\frac{l_2}{l_1} \right)^4 = \alpha^4; \text{ khi } \alpha = \frac{l_2}{l_1}$$

- Tóm lại:
 - ✓ Khi $\alpha = \frac{l_2}{l_1} \geq 2$ có thể xem bản thuộc loại bản dầm, làm việc một phương theo phương cạnh ngắn. Theo phương dài chỉ cần đặt thép cấu tạo
 - ✓ Khi $\alpha = \frac{l_2}{l_1} < 2$ xem bản thuộc loại bản kê bốn cạnh, bản làm việc theo hai phương.

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

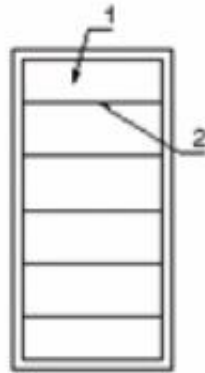
5.2.1 Sơ đồ kết cấu

- Sàn gồm có bản và hệ dầm đúc liền khối. Về sơ đồ kết cấu xem bản kê lên dầm phụ, dầm phụ kê lên dầm chính, dầm chính kê lên cột. Trong phạm vi mỗi nhịp của dầm chính có thể đặt từ một đến ba dầm phụ.
 - ✓ Khoảng cách giữa các trục dầm phụ: $l_1 = 1,7 \div 3\text{m}$
 - ✓ Khoảng cách giữa các trục dầm chính: $l_2 = 4 \div 7\text{m}$
 - ✓ Nhịp dầm chính (khoảng cách cột): $L = 5 \div 8\text{m}$



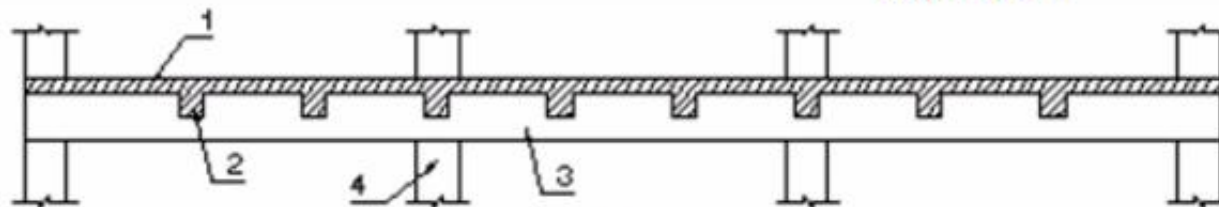
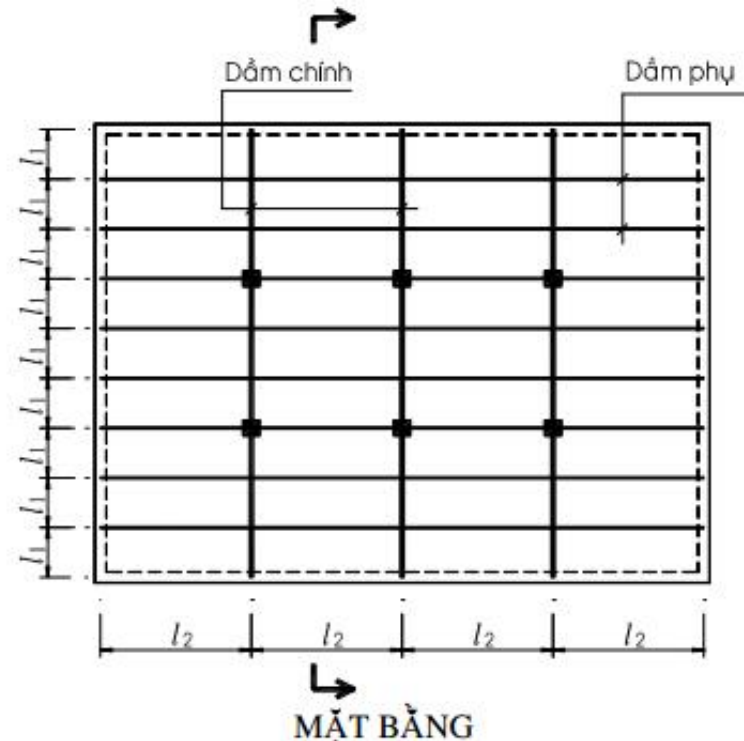
5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.1 Sơ đồ kết cấu



SÀN CÓ DẦM THEO MỘT PHƯƠNG

1. Bản
2. Dầm phụ
3. Dầm chính
4. Cột



MẶT CẮT NGANG

5.2.1 Sơ đồ kết cấu

- *Chọn kích thước tiết diện các bộ phận:*

- ✓ Chiều dày bản sàn:

$$h_b = \frac{D}{m} l_1 \geq 7cm$$

Trong đó: $m=30 \div 35$ đối với bản dầm

$D=0,8 \div 1,4$ phụ thuộc vào tải trọng

- ✓ Chiều cao dầm:

-Dầm phụ:
$$h_{dp} = \left(\frac{1}{20} \div \frac{1}{12} \right) l$$

-Dầm chính:
$$h_{dc} = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{8} \right) L$$

- ✓ Chiều rộng dầm:

$$b = (0,3 \div 0,5) h$$

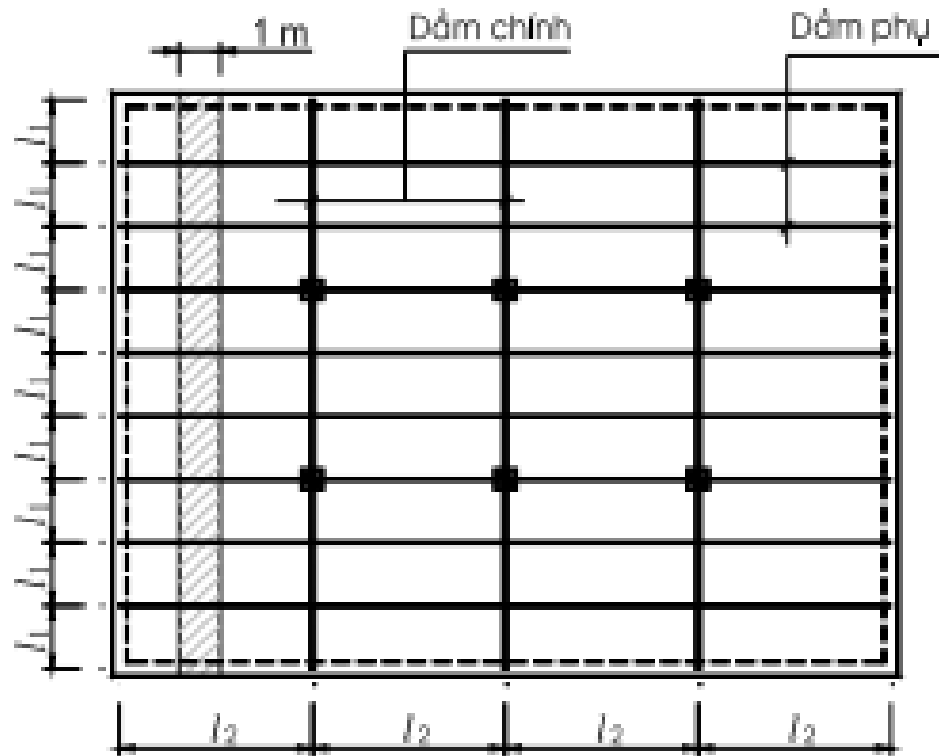
5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.2 Thiết kế bản sàn

a. Sơ đồ tính

$l_2/l_1 \geq 2$: Bản chịu lực một phương (bản dầm)

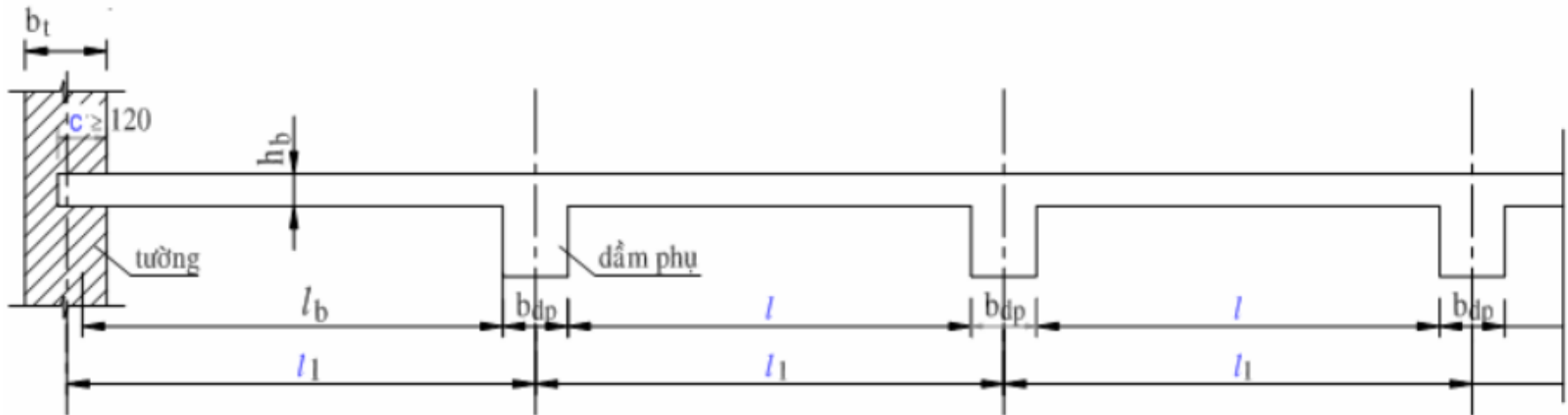
Để tính toán, ta cắt dải bản rộng 1m vuông góc với các dầm phụ và xem các dải bản này là dầm liên tục gối lên tường và các dầm phụ



5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.2 Thiết kế bản sàn

b. Nhịp tính toán



- Nhịp biên:
$$l_b = l_1 - \frac{1}{2}b_{dp} - \frac{1}{2}b_t + \frac{1}{2}h_b$$

- Nhịp giữa
$$l = l_1 - b_{dp}$$

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.2 Thiết kế bản sàn

c. Tải trọng tính toán

- Tĩnh tải (g): căn cứ vào cấu tạo sàn

Lớp	γ (kG/m ³)	chiều dày (m)	Hệ số vượt tải	trọng lượng tính toán (lực/điện tích)
Gạch bông				
.....				
Hồ tô				
Tổng tĩnh tải tính toán $g = \Sigma$ các hàng trên				

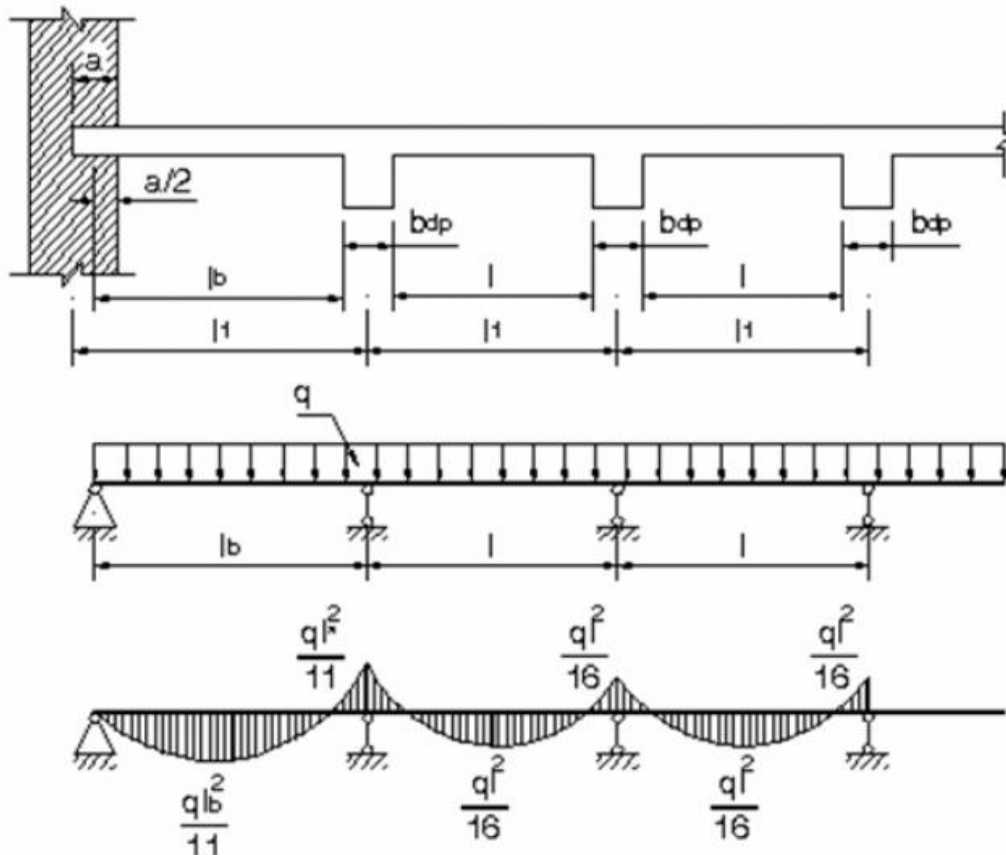
- Hoạt tải: $p = p^{tc} * n_p$

Trong đó hoạt tải tiêu chuẩn và hệ số vượt tải lấy theo tiêu chuẩn tải trọng và tác động.

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.2 Thiết kế bản sàn

d. Xác định nội lực: theo sơ đồ biến dạng dẻo



- Momen nhịp biên, gối thứ hai

$$M_{nb} = M_{g2} = \pm \frac{ql_b^2}{11}$$

- Momen nhịp giữa, gối giữa

$$M_{ng} = M_{gg} = \pm \frac{ql_b^2}{16}$$

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.2 Thiết kế bản sàn

e. Tính toán và bố trí thép bản sàn

- Tính cốt thép chịu lực:

- _ Tính cốt thép chịu lực tại : nhịp biên và gối thứ hai ; nhịp giữa và gối giữa .
- Tiết diện chữ nhật ($b = 1\text{ m} = 100\text{ cm}$; $h = h_b$)
- Dùng công thức tính cốt đơn . Giả thiết $a = 1,5 \div 2\text{ cm}$ để tính $h_0 = h - a$.

$$A = \frac{M}{R_n b h_0^2} \rightarrow \gamma = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - 2A} \right) \rightarrow F_a = \frac{M}{\gamma R_a h_0}$$

- Chọn cốt thép (ϕ , khoảng cách), kiểm tra hàm lượng, h_0 , chênh lệch F_a , ...
- Thường dùng thép $\phi 6$, $\phi 8$, $\phi 10$. Không nên chọn $\phi > 1/10 h_b$.
- _ Khoảng cách thép chịu lực : $a = 70 \div 200\text{ mm}$.

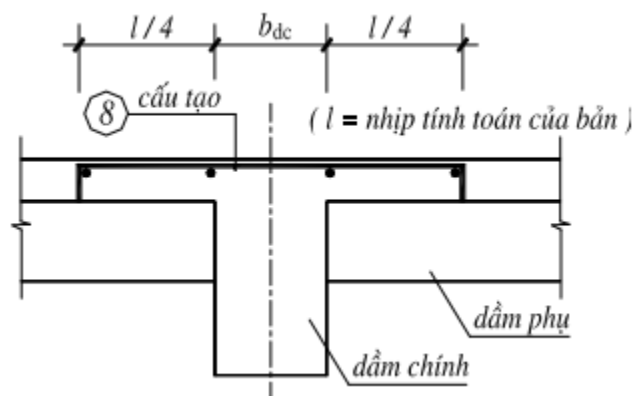
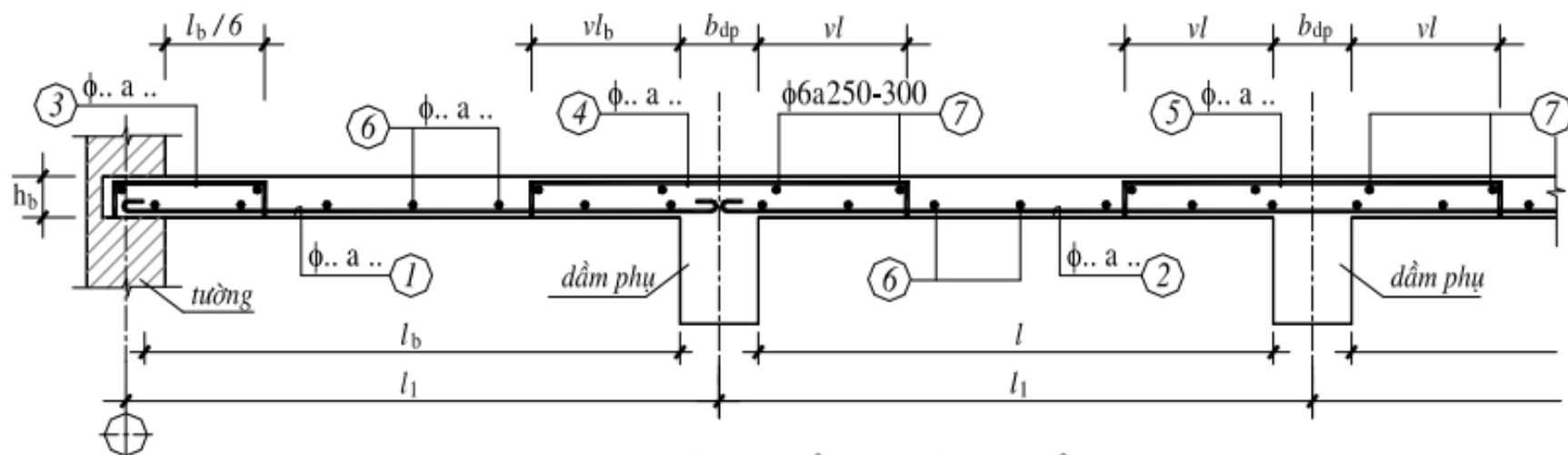
5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.2 Thiết kế bản sàn

e. Tính toán và bố trí thép bản sàn

-Chọn cốt thép cấu tạo:

- Cốt thép phân bố ở phía dưới vuông góc với thép chịu lực > 20% diện tích cốt thép chịu lực
- Cốt thép để liên kết các cốt mũ: thường dùng $\phi 6a250 \div 300$
- Cốt thép mũ đặt vuông góc với dầm chính và tường biên > 50% diện tích cốt thép chịu lực theo tính toán ở các gối giữa và tối thiểu là $\phi 6a200$



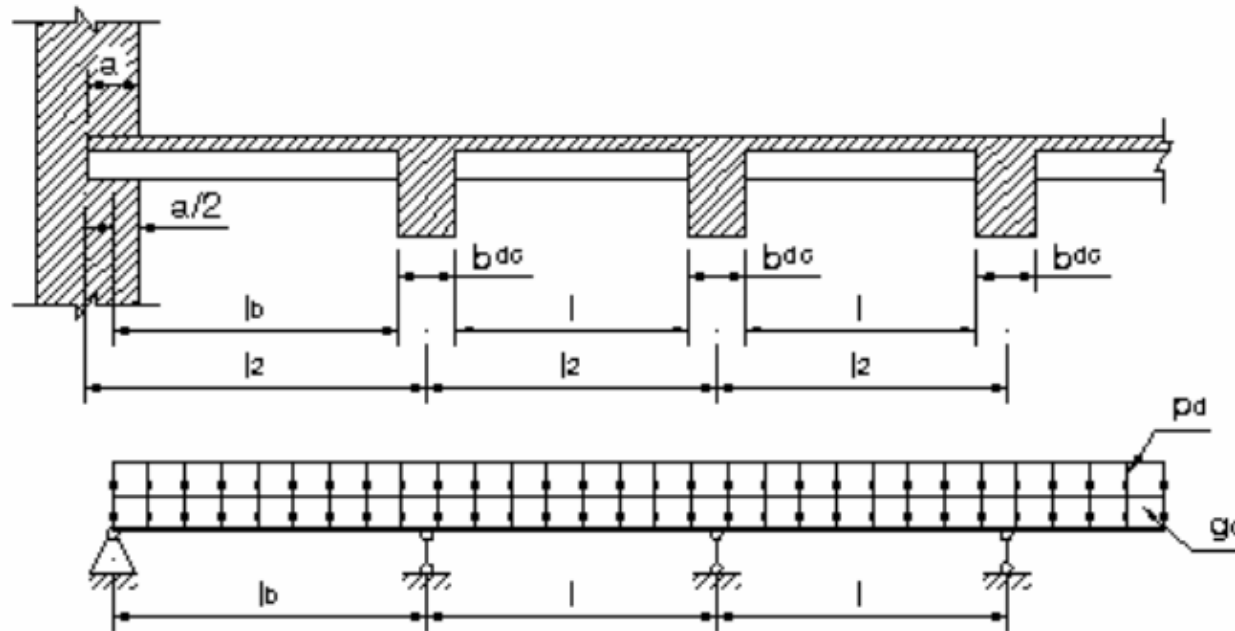


5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.3 Thiết kế dầm phụ

a. Sơ đồ tính

- Xem dầm phụ là dầm liên tục gối lên tường và các dầm chính



Hình 5.11 Sơ đồ tính dầm phụ

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.3 Thiết kế dầm phụ

b. Nhịp tính toán

- Nhịp biên: khoảng cách từ tâm gối tựa trên tường đến mép dầm chính

$$l_b = l_2 - \frac{b_{dc}}{2} + \frac{t}{2} + \frac{a}{2}$$

- b_{dc} : bề rộng dầm chính
- t : bề dày tường
- a : đoạn dầm phụ kê lên tường

- Nhịp giữa: khoảng cách giữa 2 mép dầm chính

$$l = l_2 - b_{dc}$$

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.3 Thiết kế dầm phụ

c. Tải trọng tính toán

Dầm phụ chịu tải trọng phân bố đều

➤ Tĩnh tải:

$$g_d = g_{l_1} + g_{bt}$$

- g_{l_1} : tĩnh tải do sàn truyền
- g_{bt} : trọng lượng phần sườn của dầm

$$g_{bt} = 1,1\gamma b_{dp}(h_{dp} - h_b)$$

➤ Hoạt tải:

$$p_d = p_b l_1$$

Tải toàn phần: $q_{dp} = g_d + p_d$

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.3 Thiết kế dầm phụ

d. Xác định nội lực trong dầm phụ: theo sơ đồ biến dạng dẻo bằng các phép tính cơ học kết cấu hoặc tra bảng.

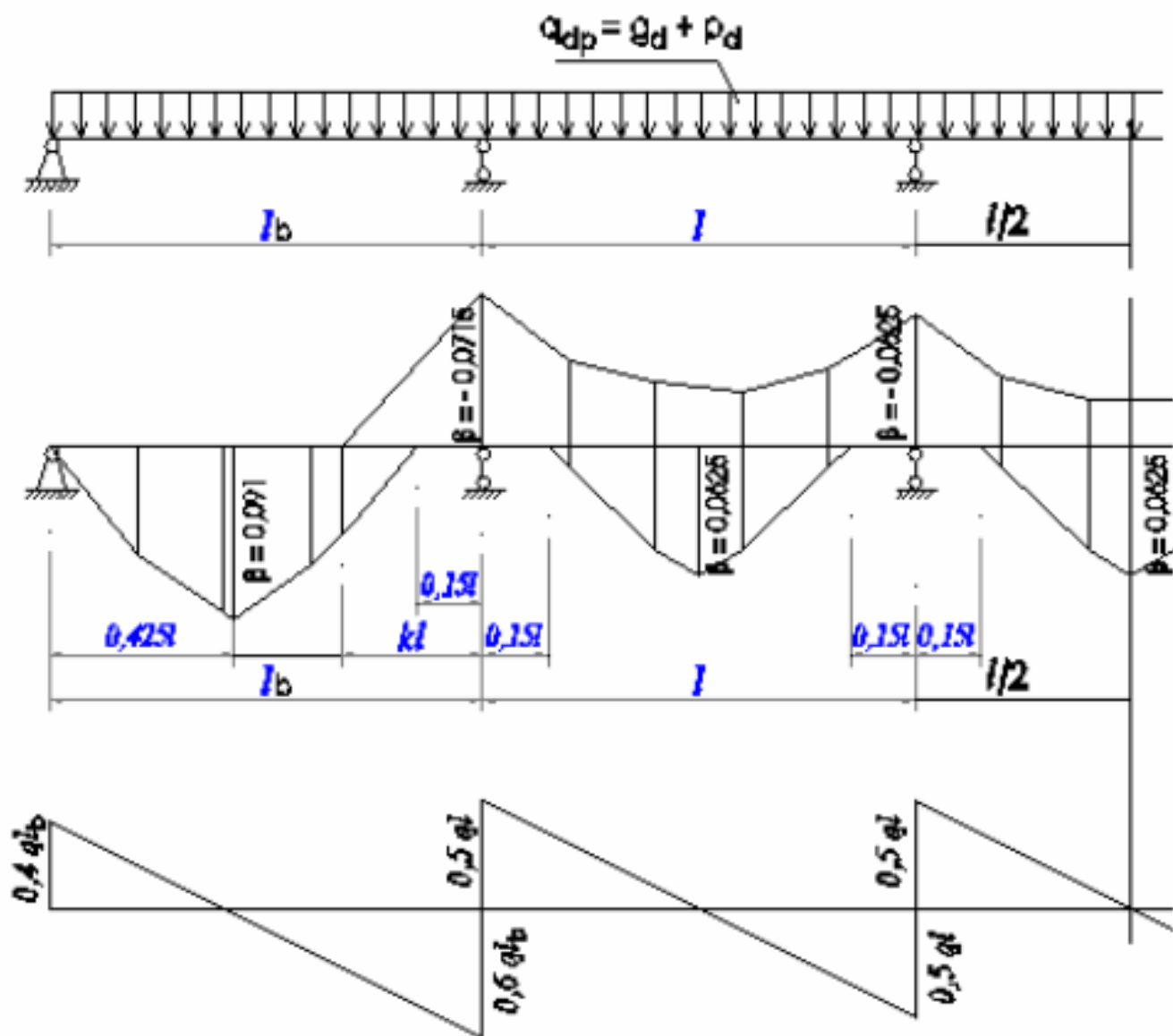
➤ Momen:

$$M = \beta q_{dp} l^2$$

▪ β : được tra theo sơ đồ biến dạng dẻo

➤ Lực cắt: xét sơ đồ như hình 5.12 có $Q_{\max}$ ở bên trái gối thứ hai như sau:

$$Q_{\max} = 0,6 q_{dp} l_b$$



Hình 5.12 Biểu đồ bao moment và lực cắt của dầm phụ (≥ 4 nhịp, đối xứng)

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.3 Thiết kế dầm phụ

e. Tính toán cốt thép: .

➤ *Tính cốt dọc:*

- Dùng momen âm ở gối để tính thép trên, momen dương ở nhịp để tính thép dưới.
- Tính theo tiết diện chữ nhật: $b_{dp} \times h_{dp}$
- Giả thiết $a=4\div 6\text{cm}$. Dùng công thức tính cốt đơn, nếu không thỏa thì tăng kích thước tiết diện.

➤ *Tính cốt ngang:* dùng $Q_{\max}$ để tính cốt đai. Thông thường chỉ cần đặt cốt đai không cần tính cốt xiên

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

a. Sơ đồ tính

Tính dầm chính theo sơ đồ đàn hồi vì tính chất quan trọng của nó:

✓ Dầm chính cùng với cột tạo thành khung

✓ Dầm chính chịu tải trọng lớn

-Thực tế, để xác định nội lực dầm chính phải giải khung, tuy nhiên có thể xem dầm chính là dầm liên tục gối lên tường biên và cột khi thỏa các điều kiện:

✓ Kết cấu nhà có vách chịu tải trọng ngang, khung chỉ chủ yếu chịu tải thẳng đứng

✓ Độ cứng của dầm lớn hơn 4 lần độ cứng cột

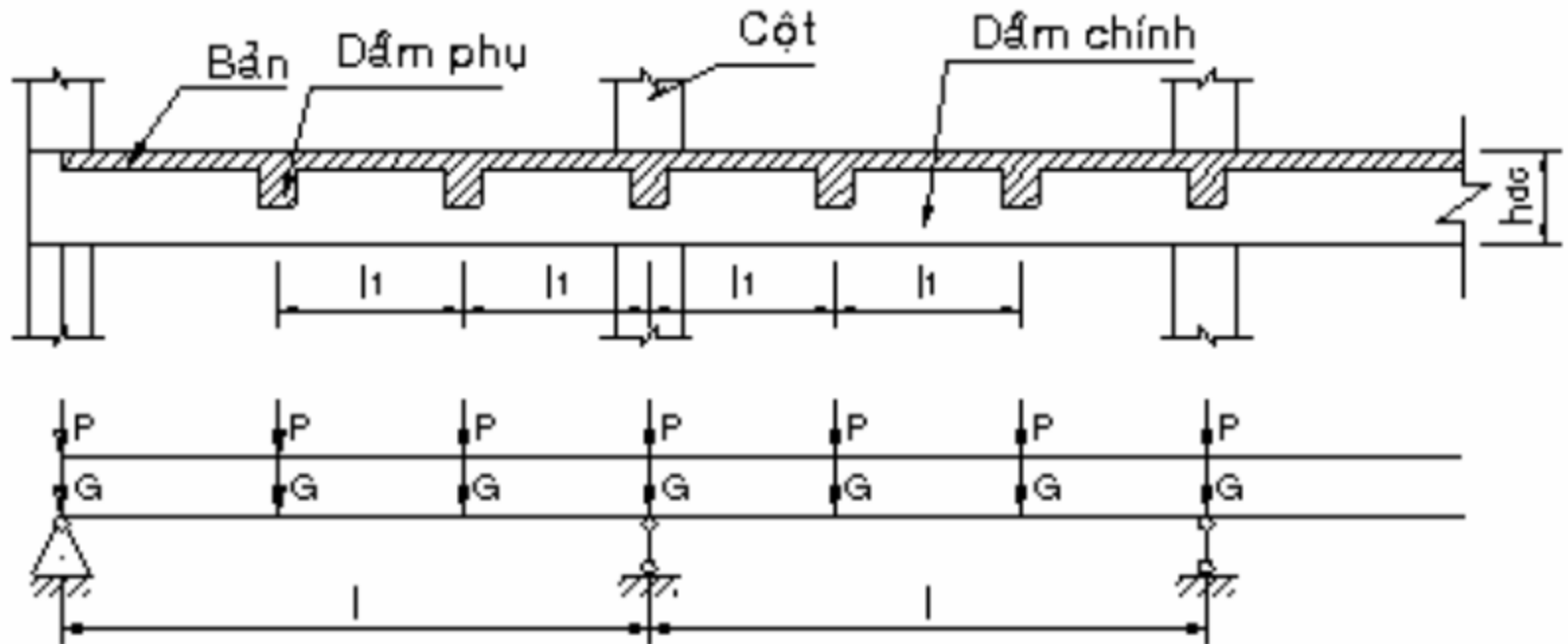
$$\frac{EJ_d}{l_d} > 4 \frac{EJ_c}{l_c}$$

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

b. Nhịp tính toán:

- Nhịp biên: khoảng cách từ trục cột đến tim tường hoặc cột biên.
- Nhịp giữa: khoảng cách giữa các trục cột



Hình 5.13 Sơ đồ tính dầm chính

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

c. Tải trọng tính toán:

- Dầm chính chịu tải trọng do dầm phụ truyền vào dưới dạng tải tập trung và trọng lượng bản thân dầm
- Trọng lượng bản thân dầm chính là tải phân bố đều, nhưng để đơn giản tính toán, thiên về an toàn ta quy về các lực tập trung G_0 :

- Với Tĩnh tải:

$$G = g_d l_2 + G_0$$

$$G_0 = 1,1 \gamma b_{dc} (h_{dc} - h_b) l_1$$

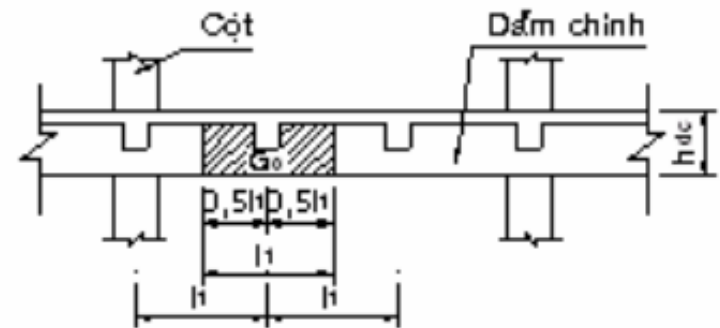
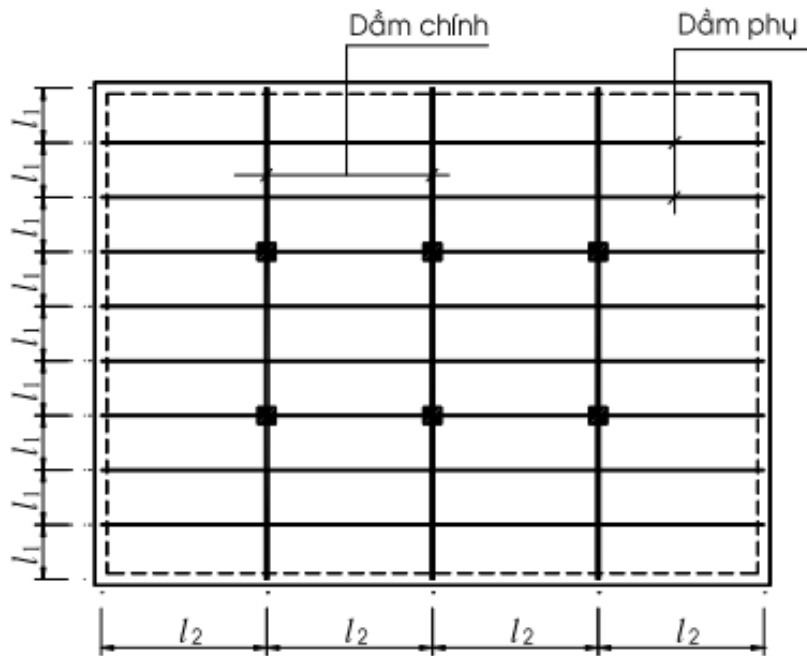
- Hoạt tải:

$$P = p_d l_2$$

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

c. Tải trọng tính toán:



Xác định tải trọng lên dầm chính

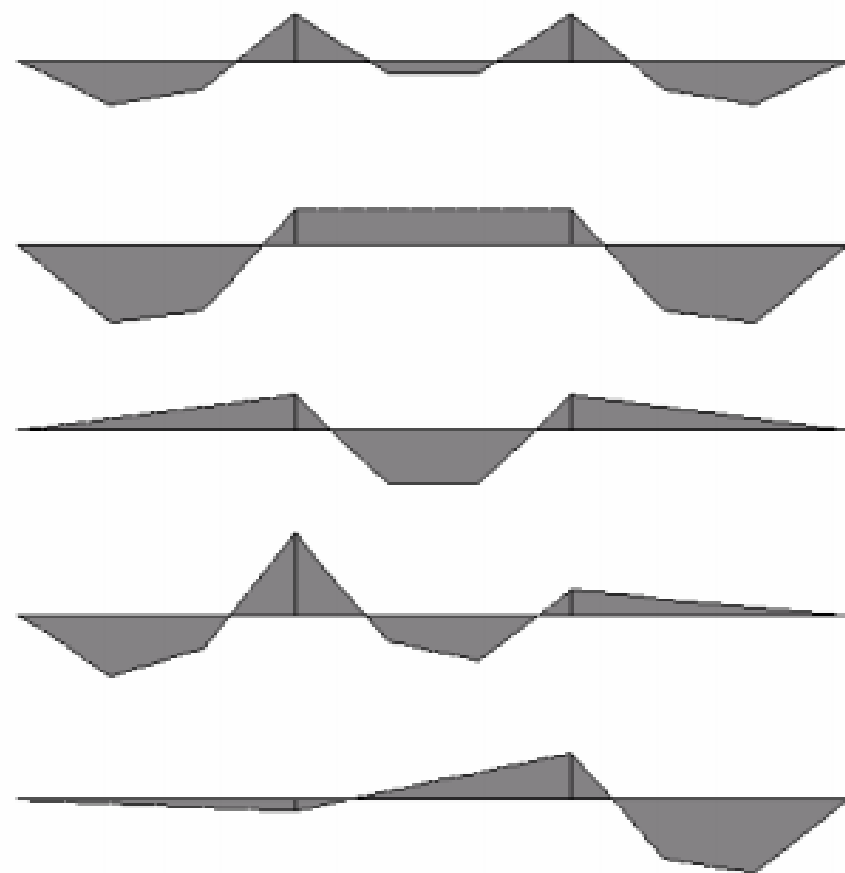
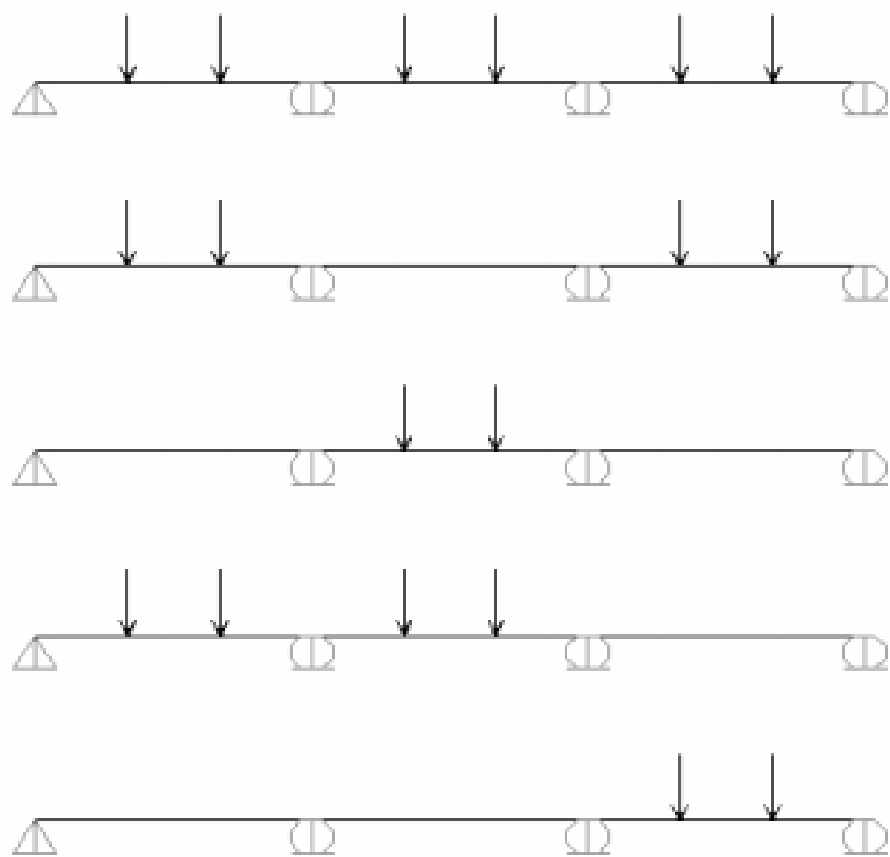
Hình 5.14

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

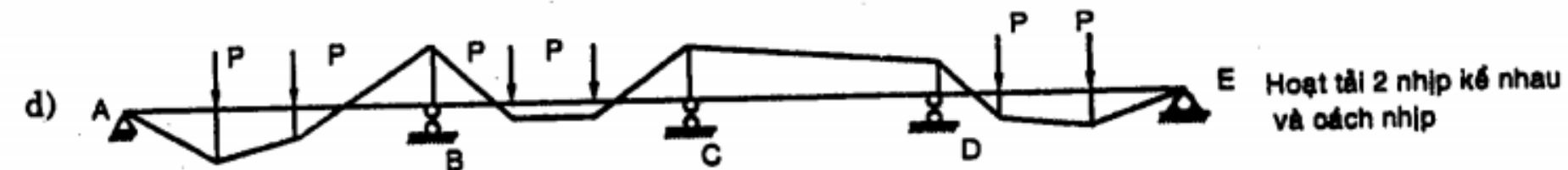
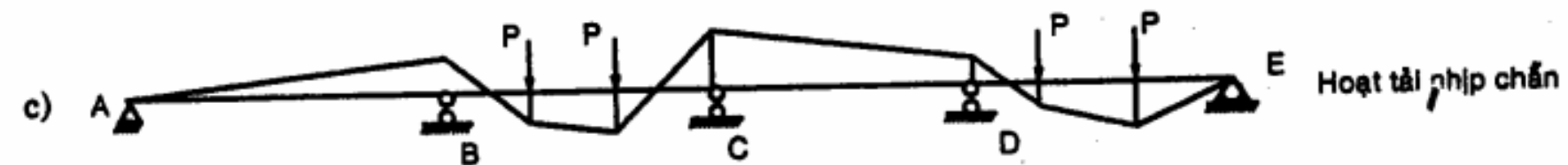
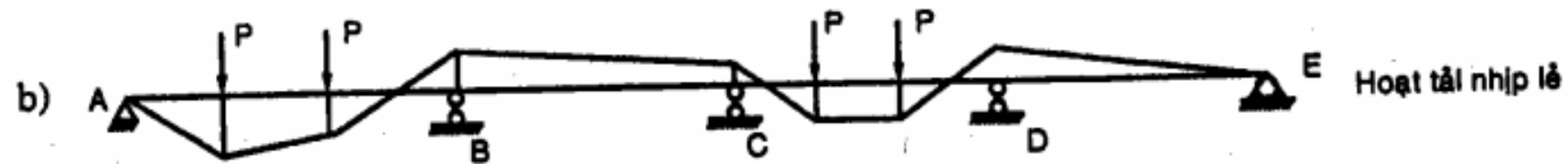
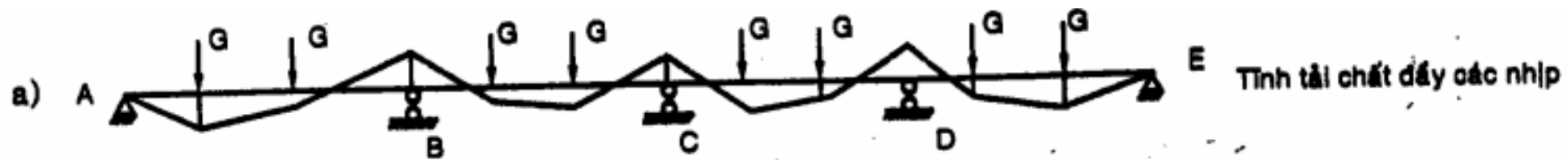
5.2.4 Thiết kế dầm chính

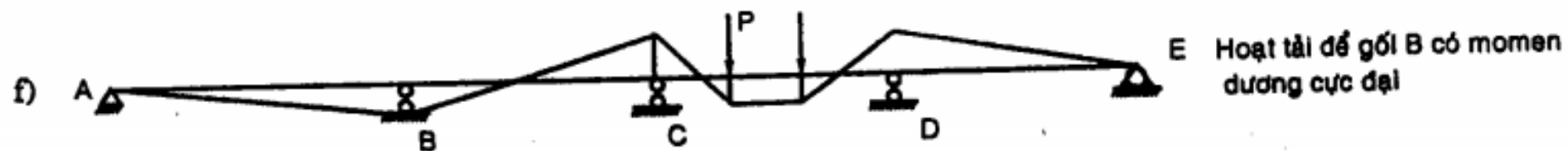
d. Xác định nội lực:

- Cần vẽ biểu đồ bao momen và biểu đồ lực cắt cho dầm chính.
- Nguyên lý sắp xếp tải trọng:
 - Đối với tĩnh tải: tĩnh tải đặt suốt các nhịp
 - Đối với hoạt tải: có nhiều trường hợp
 - ✓ Muốn cho $M_{\max}^+$ tại nhịp nào thì đặt hoạt tải tại nhịp đó rồi cách nhịp
 - ✓ Muốn cho $M_{\max}^-$ tại gối nào thì đặt hoạt tải tại 2 nhịp kề đó rồi cách nhịp
 - ✓ Muốn cho $M_{\min}^-$ tại gối nào thì không đặt hoạt tải tại 2 nhịp kề đó.



Hình 5.15 Các trường hợp tải trọng và các biểu đồ moment thành phần (dầm ba nhịp)





5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

d. Xác định nội lực:

➤ Biểu đồ bao nội lực (momen và lực cắt) là đường bao của mọi trường hợp tải có khả năng chất lên công trình

➤ Cách vẽ biểu đồ bao nội lực:

✓ *Cách 1 : tra bảng trực tiếp*

- Tra bảng để xác định tung độ của biểu đồ bao momen và lực cắt. Cách này nhanh gọn phù hợp với tính toán thực tế.

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

d. Xác định nội lực:

- ☞ Tung độ nhánh dương của biểu đồ bao mômen : $M_{\max} = \alpha_0 Gl + \alpha_1 Pl$
- ☞ Tung độ nhánh âm của biểu đồ bao mômen : $M_{\min} = \alpha_0 Gl - \alpha_2 Pl$.
- ☞ Tung độ nhánh dương của biểu đồ bao lực cắt : $Q_{\max} = \beta_0 G + \beta_1 P$.
- ☞ Tung độ nhánh âm của biểu đồ bao lực cắt : $Q_{\min} = \beta_0 G - \beta_2 P$.

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

d. Xác định nội lực:

✓ *Cách 2 : Phương pháp tổ hợp*

-Vẽ riêng biểu đồ momen do tĩnh tải và các biểu đồ momen do từng trường hợp bất lợi nhất của hoạt tải.

- Tại mỗi tiết diện, lấy momen do tĩnh tải cộng với momen của trường hợp hoạt tải nguy hiểm nhất ta được tung độ biểu đồ bao momen.

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

d. Xác định nội lực:

✓ *Cách 2 : Phương pháp tổ hợp*

Tung độ biểu đồ bao moment :

+Nhánh dương : $M_{\max} = M_G + \max\{M_{pi}\}$

+Nhánh âm : $M_{\min} = M_G + \min\{M_{pi}\}$

Để xác định M_G , M_{pi} dùng các công thức :

$$M_G = \alpha Gl \ ; \ M_{pi} = \alpha Pl$$

Trong đó hệ số α được tra bảng, phụ thuộc số nhịp dầm, dạng tải trọng trên mỗi nhịp, sơ đồ đặt tải lên mỗi nhịp.

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

d. Xác định nội lực:

✓ *Cách 2 : Phương pháp tổ hợp*

Vẽ biểu đồ bao lực cắt: với cách làm tương tự , ta có :

$$+ \text{Nhánh dương} : Q_{\max} = Q_G + \max \{ Q_{pi} \}$$

$$+ \text{Nhánh âm} : Q_{\min} = Q_G + \min \{ Q_{pi} \}$$

trong đó $Q_G = \beta G$ và $Q_{pi} = \beta P$ với hệ số β được tra bảng.

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

e. Tính cốt thép dầm chính:

✓ Cốt dọc:

- Nội lực dầm chính xác định theo sơ đồ dàn hội
- Tính theo tiết diện chữ nhật, cốt đơn nếu không thỏa tăng tiết diện.

✓ Cốt ngang:

- Tương tự như tính dầm phụ, có thể dùng cốt xiên.

✓ Cốt treo:

- Tại chỗ dầm phụ kê lên dầm chính có lực tập trung lớn từ dầm phụ truyền vào. Ta cần gia cường cốt treo cho dầm phụ, tránh phá hoại, chống nứt.

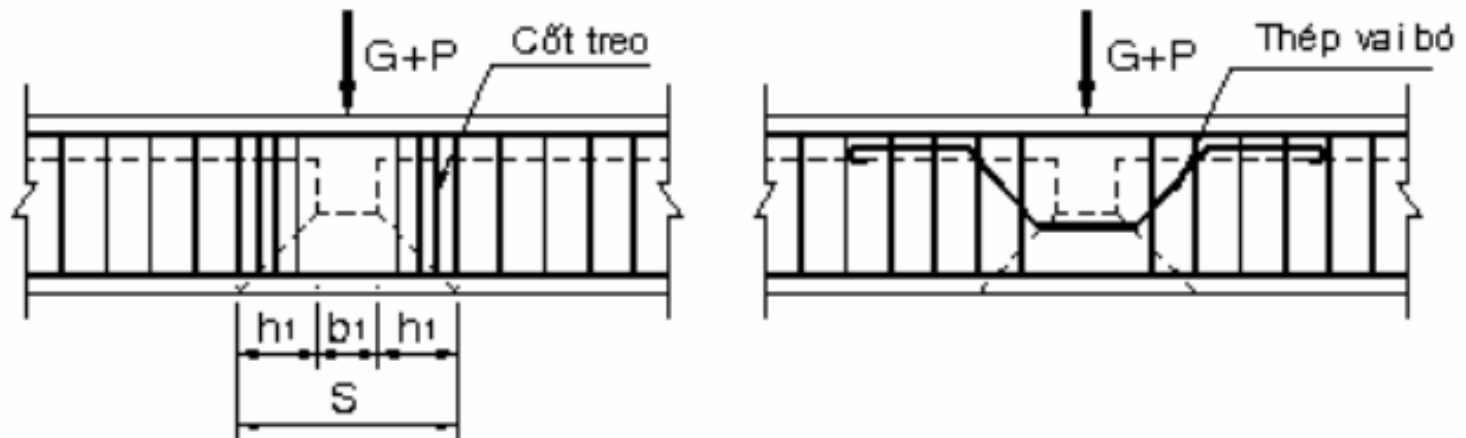
5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

e. Tính cốt thép dầm chính:

✓ *Cốt treo:*

- *Có 2 cách đặt cốt treo.*



Hình 5.19 Cốt treo

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

f. Vẽ biểu đồ bao vật liệu:

- Biểu đồ bao vật liệu thể hiện khả năng chịu lực của tiết diện ứng với số thép tại tiết diện đó. Biểu đồ bao vật liệu được vẽ trên cùng một trục theo cùng một tỷ lệ với biểu đồ bao momen.
- Biểu đồ bao vật liệu có 2 nhánh. Nhánh dương tính với cốt thép đặt phía dưới, nhánh âm tính với cốt thép đặt phía trên.

5.2 Sàn sườn toàn khối có bản loại dầm

5.2.4 Thiết kế dầm chính

f. Vẽ biểu đồ bao vật liệu:

➤ Nguyên tắc:

- *Biểu đồ bao vật liệu phải nằm trùm bên ngoài biểu đồ bao momen.*
- *Chênh lệch tung độ giữa biểu đồ bao vật liệu và biểu đồ bao momen càng ít càng tiết kiệm vật liệu*
- *Người thiết kế cần dự kiến trước các cốt thép sẽ cắt, uốn.*

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.1 Sơ đồ kết cấu

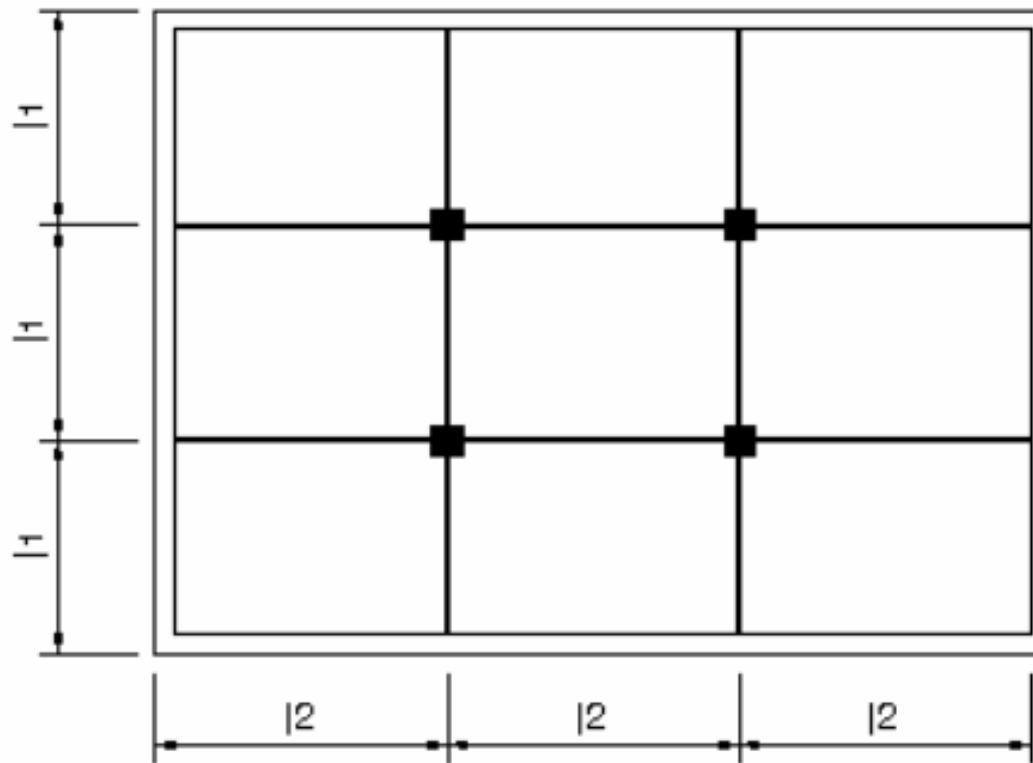
- Bản làm việc theo 2 phương với tỷ số hai cạnh $\frac{l_2}{l_1} \leq 2$
- Kích thước $l_1, l_2 = (4 \div 6)m$
- Chiều dày bản sàn $h_b \geq \left(\frac{1}{50} \div \frac{1}{40} \right) l_1 \geq 7cm$
- Kích thước dầm:

$$h = \left(\frac{1}{16} \div \frac{1}{12} \right) l$$

$$b = \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3} \right) h$$

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.1 Sơ đồ kết cấu

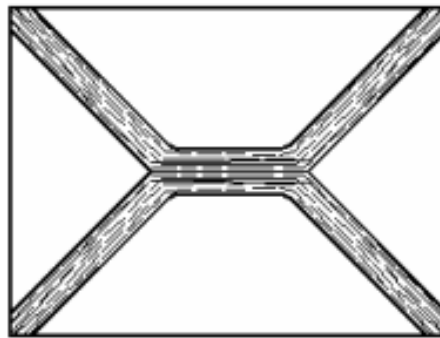


Hình 5.20. Sơ đồ sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

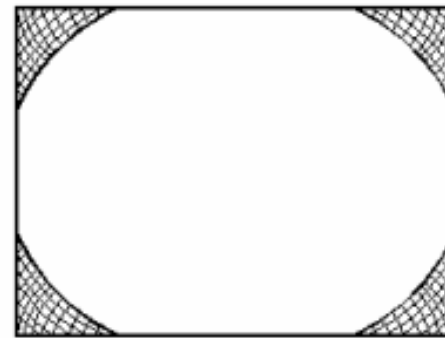
5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.2 Sự làm việc của bản kê bốn cạnh

- Khi bản chịu tải trọng phân bố đều, ở mặt dưới của bản hình thành những đường nứt theo phân giác các góc
- Ở mặt trên, nếu các cạnh bị ngàm sẽ nứt vòng cung theo chu vi bản. Nếu các cạnh bản kê tự do, các góc bản sẽ vênh lên khỏi gối tựa.



(a) Mặt dưới bản



(b) Mặt trên bản

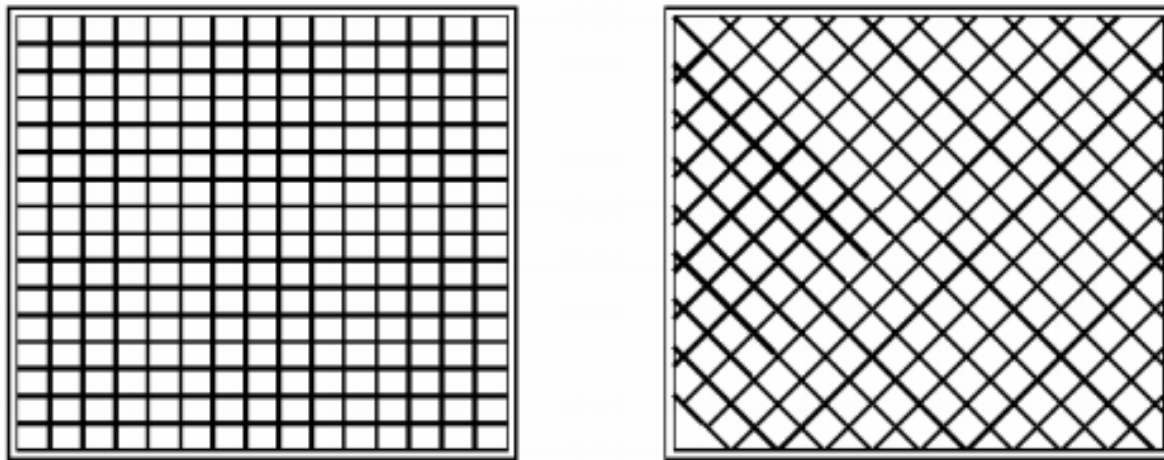
Hình 5.21. Đường nứt ở bản kê bốn cạnh

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.2 Sự làm việc của bản kê bốn cạnh

- Cốt thép trong bản có thể đặt theo phương xiên (vuông góc với đường nứt) hoặc theo phương song song các cạnh (để dễ thi công)

.



Hình 5.22. Hai cách bố trí thép trong bản kê bốn cạnh

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

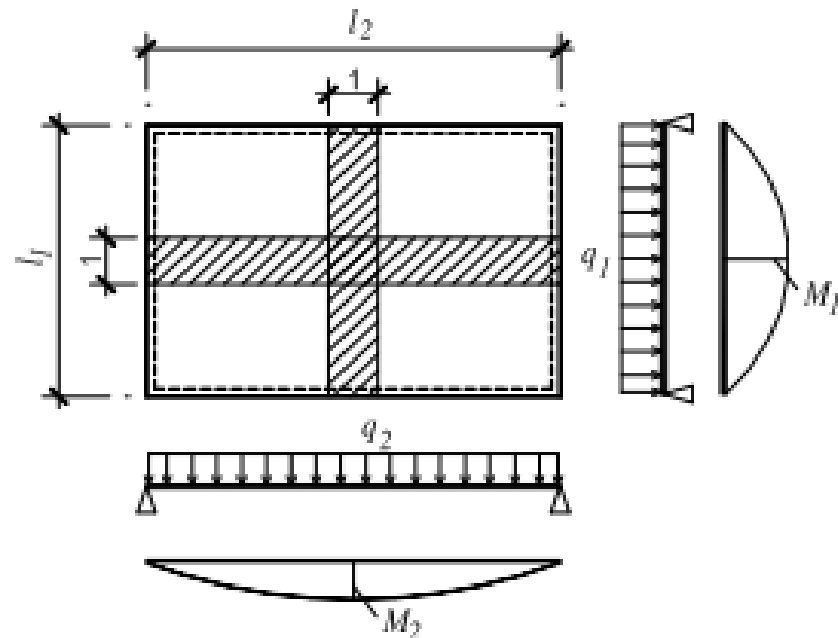
5.3.3 Phân tích nội lực bản kê bốn cạnh theo sơ đồ đàn hồi

a./ Bản đơn

- Khảo sát một ô bản chịu lực như hình.
- Đã chứng minh được

$$q_1 = \frac{l_2^4}{l_1^4 + l_2^4} q$$

$$q_2 = \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4} q$$



Hình 5.23. Bản kê tự do theo chu vi

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.3 Phân tích nội lực bản kê bốn cạnh theo sơ đồ đàn hồi

a./ Bản đơn

- Momen uốn tại giữa nhịp mỗi dải bản:

Phương ngắn:
$$M_1 = v \frac{q_1 l_1^2}{8}$$

Phương dài:
$$M_2 = v \frac{q_2 l_2^2}{8}$$

Với v là hệ số kể đến ảnh hưởng của hiện tượng xoắn làm giảm momen uốn trong dải đang xét

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.3 Phân tích nội lực bản kê bốn cạnh theo sơ đồ đàn hồi

a./ Bản đơn

- Theo lý thuyết đàn hồi, với bản kê tự do theo chu vi :

$$\nu = 1 - \frac{5}{6} \times \frac{l_1^2 l_2^2}{l_1^4 + l_2^4}$$

Đặt $m_{11} = \left(1 - \frac{5}{6} \times \frac{\alpha^2}{\alpha^4 + 1} \right) \left(\frac{1}{(\alpha^4 + 1)\alpha} \right)$ với: $\alpha = \frac{l_2}{l_1}$

Suy ra: $M_1 = m_{11}P$

Tương tự theo phương l_2 : $M_2 = m_{12}P$

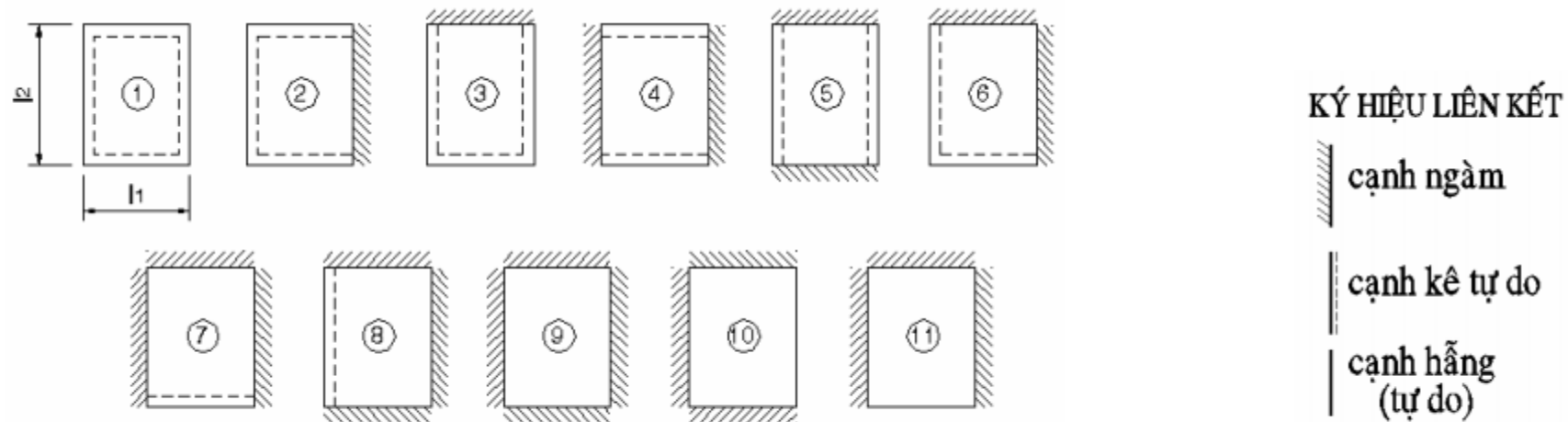
Với: $P = ql_1l_2$

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.3 Phân tích nội lực bản kê bốn cạnh theo sơ đồ đàn hồi

a./ Bản đơn

- Lý thuyết đàn hồi đã cho các công thức đi kèm các hệ số tra bảng để xác định nội lực của 11 sơ đồ bản đơn thường gặp.



Hình 5.24. Các sơ đồ bản đơn

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.3 Phân tích nội lực bản kê bốn cạnh theo sơ đồ đàn hồi

a./ Bản đơn

➤ Tổng quát:

- Momen dương lớn nhất giữa nhịp:
 - Theo phương ngắn: $M_1 = m_{i1}P$
 - Theo phương dài : $M_2 = m_{i2}P$
- Momen âm lớn nhất trên gối:
 - Theo phương ngắn: $M_I = k_{i1}P$
 - Theo phương dài: $M_{II} = k_{i2}P$

Trong đó:

- $m_{i1}, m_{i2}, k_{i1}, k_{i2}$: hệ số được tra bảng theo sơ đồ i và tỷ số l_2/l_1
- P: tổng tải trọng: $P = ql_1l_2$

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.3 Phân tích nội lực bản kê bốn cạnh theo sơ đồ đàn hồi

b./ Bản liên tục

- Các ô bản liên khối với nhau là một hệ siêu tĩnh bậc cao. Cần xét các trường hợp sắp xếp hoạt tải bất lợi gây ra các giá trị nội lực nguy hiểm cho sàn.

➤ Momen dương giữa nhịp đạt giá trị lớn nhất khi hoạt tải được xếp dạng ô cờ. Với bản liên tục đều nhịp ta chứng minh được công thức xác định momen lớn nhất ở giữa nhịp như sau:

- Theo phương ngắn: $M_1 = m_{i1}P_0 + m_{i1}G_0$
- Theo phương dài: $M_2 = m_{i2}P_0 + m_{i2}G_0$

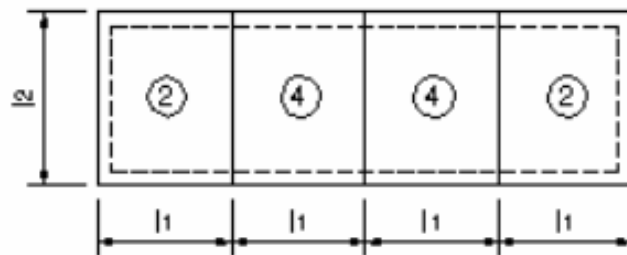
Với:

$$P_0 = \frac{p}{2} l_1 l_2 \quad ; \quad G_0 = \left(g + \frac{p}{2}\right) l_1 l_2$$

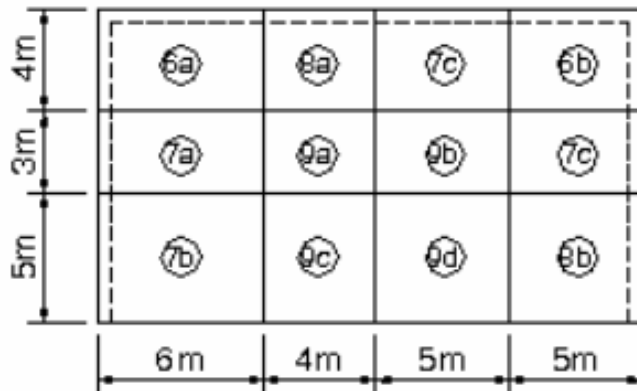
5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.3 Phân tích nội lực bản kê bốn cạnh theo sơ đồ đàn hồi

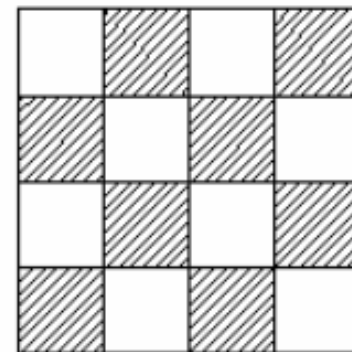
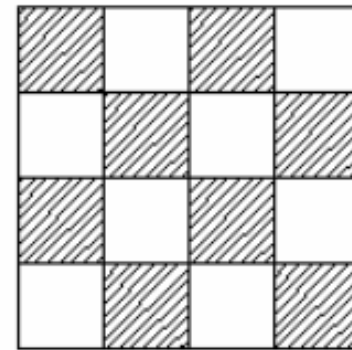
b./ Bản liên tục



Bản liên tục đều nhịp



Bản liên tục không đều nhịp



Xếp tải ô cờ

Hình 5.25 Bản liên tục

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.3 Phân tích nội lực bản kê bốn cạnh theo sơ đồ đàn hồi

b./ Bản liên tục

➤ Momen âm trên gối có giá trị lớn nhất khi xếp hoạt tải ở hai ô bản kê gối đó. Gối làm việc như ngàm dùng công thức của bản đơn để tính momen âm trên gối.

- Phương ngắn: $M_I = k_{i1}P$
- Phương dài: $M_{II} = k_{i2}P$

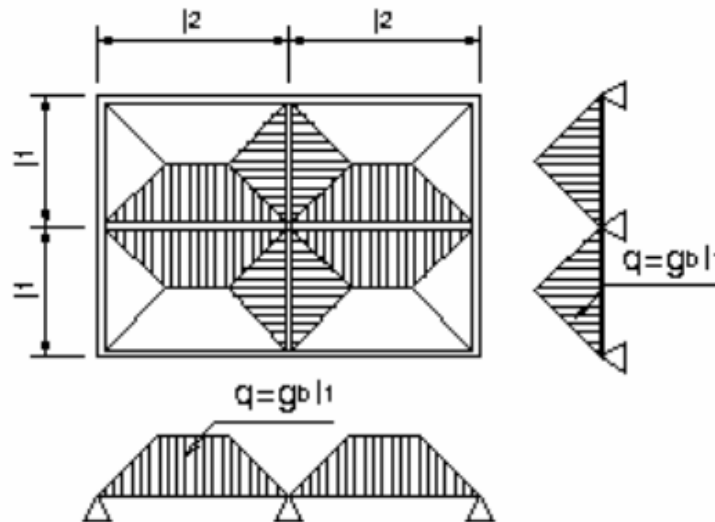
Với: $P = (g + p)l_1l_2$

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.4 Tính toán dầm

a./ Xác định tải trọng trên dầm

- Căn cứ vào sơ đồ nứt ở mặt dưới bản kê bốn cạnh, ta xác định được diện truyền tải của bản sàn vào dầm chính:



Hình 5.27 Truyền tải từ sàn xuống dầm

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.4 Tính toán dầm

a./ Xác định tải trọng trên dầm

- ✓ Đối với dầm theo phương cạnh ngắn l_1 của bản: tải trọng có dạng tam giác
- ✓ Đối với dầm theo phương cạnh dài l_2 của bản: tải trọng có dạng hình thang.
- ✓ Trị số lớn nhất của tải trọng hình tam giác hoặc hình thang là $q = q_b \cdot l$ với q_b là tải trọng phân bố đều trên sàn.
- ✓ Lưu ý ngoài tải trọng do sàn truyền xuống thì dầm còn chịu trọng lượng bản thân, trọng lượng tường xây trên dầm.. Các tải này ở dạng phân bố đều.

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.4 Tính toán dầm

b./ Xác định nội lực dầm

- Trong trường hợp tổng quát, ta cần giải khung để có nội lực dầm. Nếu phân tích trong giai đoạn đàn hồi thì có thể sử dụng các phần mềm phần tử hữu hạn.
- Nếu tính dầm theo sơ đồ dầm liên tục thì có thể tính nội lực dầm theo sơ đồ đàn hồi với các bảng tra đã lập sẵn hoặc tính theo sơ đồ có xét đến biến dạng dẻo làm phân phối lại nội lực.

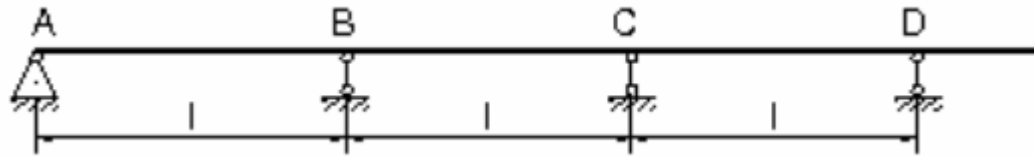
5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.4 Tính toán dầm

b./ Xác định nội lực dầm

Xác định nội lực dầm liên tục theo sơ đồ biến dạng dẻo:

❖ Momen uốn:



-Momen dương tại nhịp biên: $M_{nhb} = 0,8M_0 + \frac{g_0 l^2}{10}$

-Momen âm ở gối thứ hai: $M_B = -\left(0,65M_0 + \frac{g_0 l^2}{14}\right)$

- Momen dương tại nhịp giữa: $M_{nhg} = 0,5M_0 + \frac{g_0 l^2}{16}$

-Momen âm ở các gối giữa: $M_C = M_D = -\left(0,5M_0 + \frac{g_0 l^2}{16}\right)$

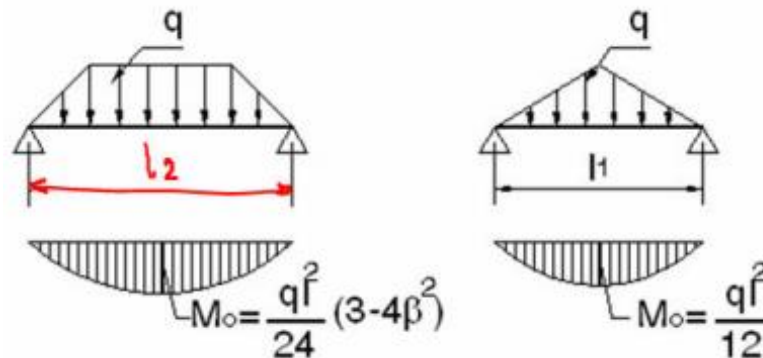
5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.4 Tính toán dầm

b./ Xác định nội lực dầm

▪ Trong đó:

- ✓ q_0 là tải trọng phân bố đều trên dầm
- ✓ M_0 là momen lớn nhất của dầm đơn giản kê tự do lên 2 gối tựa, chịu tải từ bản truyền vào



Hình 5.28. Moment của dầm đơn giản

- Với q_b , l_1, l_2 là tải trọng và nhịp sàn, l là nhịp tính toán; $q = q_b l_1$ và $\beta = l_1 / 2l_2$

5.3 Sàn sườn toàn khối có bản kê bốn cạnh

5.3.4 Tính toán dầm

b./ Xác định nội lực dầm

Lực cắt:

- Tại gối biên: $Q_A = Q_0 - \frac{M_B}{l}$

- Tại mép trái gối tựa thứ hai: $Q^{tr}_B = Q_0 + \frac{M_B}{l}$

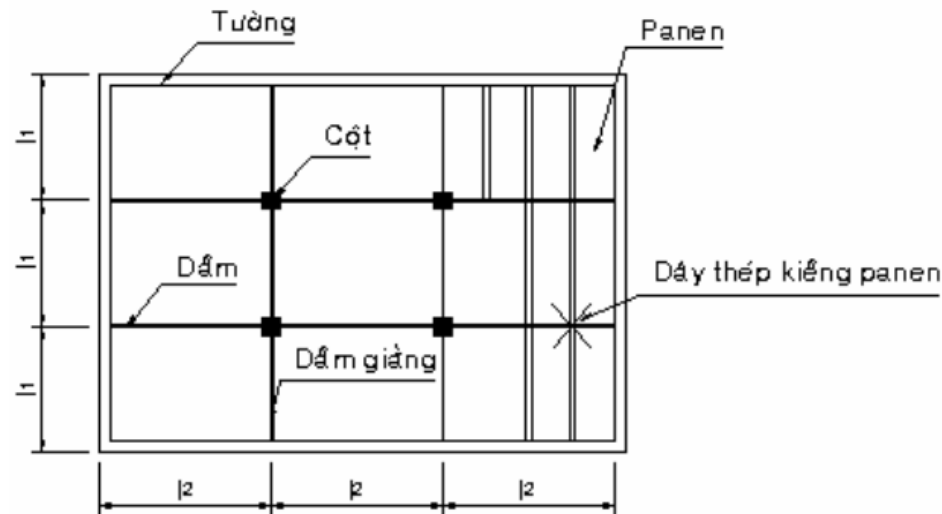
- Tại các gối giữa: $Q^{ph}_B = -Q^{tr}_C = Q^{ph}_C = \dots = Q_0$

Với Q_0 là lực cắt tại gối của dầm đơn giản

5.4 Sàn sườn lắp ghép (Panen đúc sẵn)

5.4.1 Khái quát:

- Trong công trình, có thể sử dụng sàn dưới dạng các tấm BTCT đúc sẵn (panel). Các tấm sàn đúc sẵn chịu lực một phương, gác lên dầm hoặc tường.
- Ngoài ra, còn có các dầm giằng đúc cùng lúc với dầm chịu lực. Để tăng cường ổn định panel có thể dùng thép $\phi 6$, $\phi 8$, kiềng các góc cầu panel lại



Hình 5.29 Sơ đồ mặt bằng sàn lắp ghép

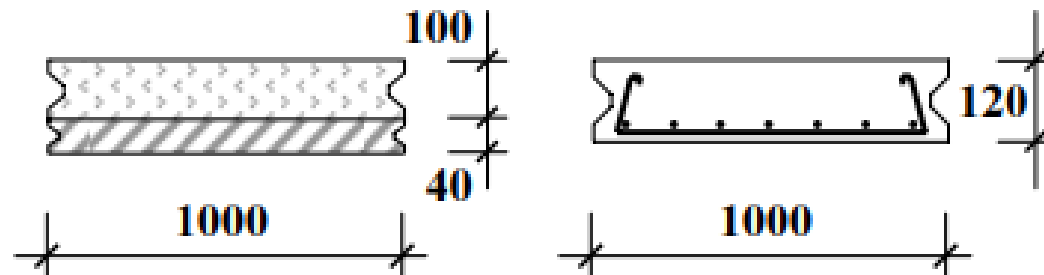
5.4 Sàn sườn lắp ghép (Panen đúc sẵn)

5.4.2 Các loại panen:

- Có 3 loại panen: tấm đặc, panen lỗ và panen sườn

a./ Tấm đặc:

- Dày 8÷15cm, sử dụng cho nhịp nhỏ, hành lang, sàn nhà dân dụng.
- Ưu điểm: chế tạo dễ, liên kết đơn giản, chiều cao sàn thấp
- Nhược điểm: cách âm kém, tốn nhiều betong

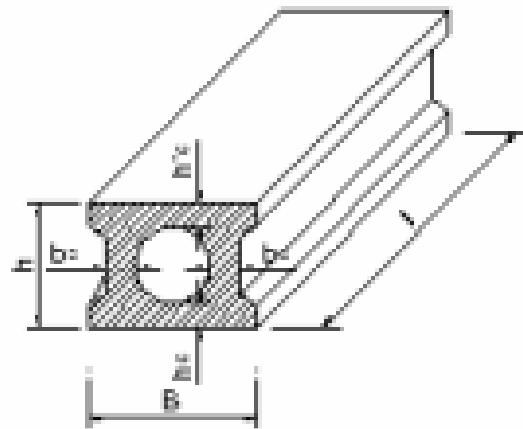


5.4 Sàn sườn lắp ghép (Panen đúc sẵn)

5.4.2 Các loại panen:

b./ Panen lỗ:

- Panen có khoét lỗ hình thang, hình bầu dục, hình tròn...một lỗ hay nhiều lỗ
- Ưu điểm: cách âm cao, tiết kiệm vật liệu, tạo được, mặt sàn phẳng
- Nhược điểm: chế tạo khó khăn.

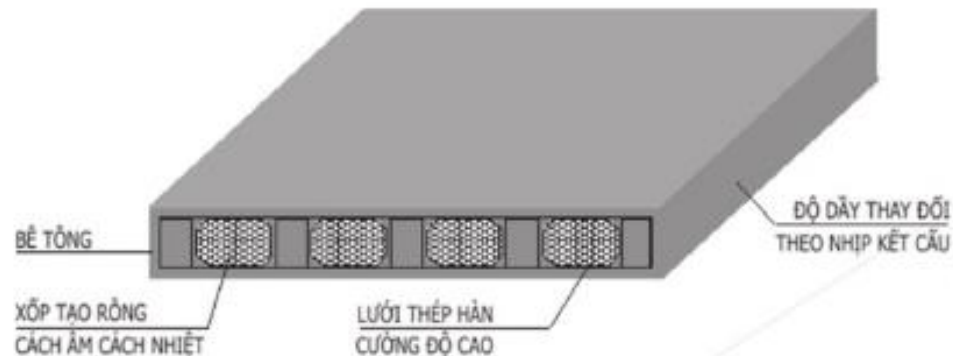


Hình 5.30. Panen lỗ

5.4 Sàn sườn lắp ghép (Panen đúc sẵn)

5.4.2 Các loại panen:

b./ Panen lõi:



Hình ảnh 3D-VRO trước khi đổ bê tông

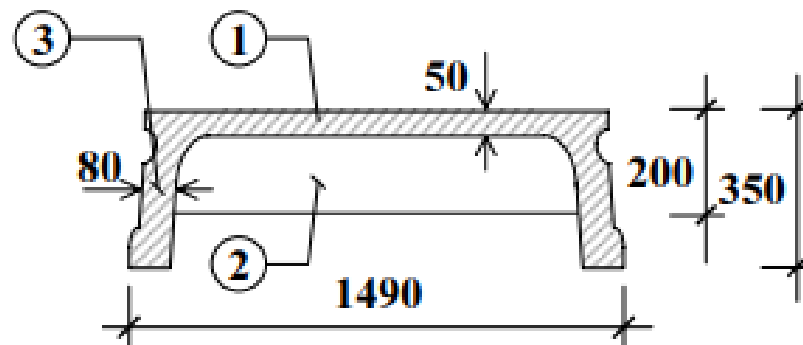
Kết Cấu của Sàn Panen.

5.4 Sàn sườn lắp ghép (Panen đúc sẵn)

5.4.2 Các loại panen:

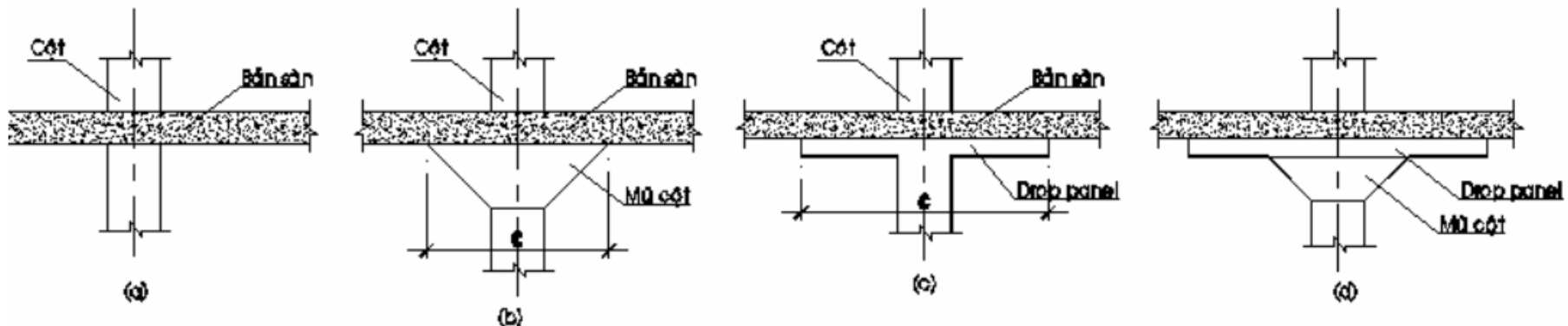
c./ Panen sườn:

- Thường dùng cho nhà công nghiệp không đòi hỏi yêu cầu mỹ quan và cách âm.
- Bao gồm bản và sườn dọc. Thường có 2 sườn dọc và các sườn ngang cách nhau $1,5 \div 2,5\text{m}$



5.4 Sàn không dầm (sàn phẳng)

- Sàn không dầm gồm có bản sàn tựa trực tiếp lên cột.
- Xung quanh vùng sàn gối lên cột có thể loe rộng đầu cột ra thành mũ cột, hoặc tăng chiều dày bản sàn.



Hình 5.35. Một số dạng sàn không dầm

(a) Tấm phẳng (flat plate floor)

(b) (c) (d) Sàn phẳng (flat slab floor)

5.4 Sàn không dầm (sàn phẳng)



5.4 Sàn không dầm (sàn phẳng)

a./ Sàn phẳng không mũ cột:

- Nhịp $6 \div 7,5\text{m}$, hoạt tải $300 \div 500 \text{ kG/m}^2$
- Tiết kiệm chi phí ván khuôn, trần phẳng, thi công nhanh.
- Khả năng chống cắt và xuyên thủng khá thấp, độ cứng không cao có thể võng nhiều.
- Dùng rộng rãi trong nhà cửa dưới dạng BTCT thường hay BTCT ứng suất trước

5.4 Sàn không dầm (sàn phẳng)

b./ Sàn phẳng có mũ cột:

- Nhịp $6 \div 9\text{m}$, hoạt tải $400 \div 750 \text{ kG/m}^2$
- Tồn nhiều ván khuôn hơn đặt biệt ở vị trí mũ cột
- Thường dùng drop panen không có mũ cột

CHIỀU DÀY TỐI THIỂU CHO SÀN KHÔNG DẦM						
Giới hạn chảy của thép f_y (kG/cm^2)	Không Drop Panel			Có Drop panels		
	Ô sàn biên		Ô sàn giữa	Ô sàn biên		Ô sàn giữa
	Không có dầm biên	Có dầm biên		Không dầm biên	Có dầm biên	
2800	$1/33 l_n$	$1/36 l_n$	$1/36 l_n$	$1/36 l_n$	$1/40 l_n$	$1/40 l_n$
4200	$1/30 l_n$	$1/33 l_n$	$1/33 l_n$	$1/33 l_n$	$1/36 l_n$	$1/36 l_n$

l_n – nhịp tính toán, tính từ mép cột (hoặc mũ cột) đến mép cột (hoặc mũ cột), nhưng không lấy nhỏ hơn $0,65l$ với l là khoảng cách giữa các trục cột

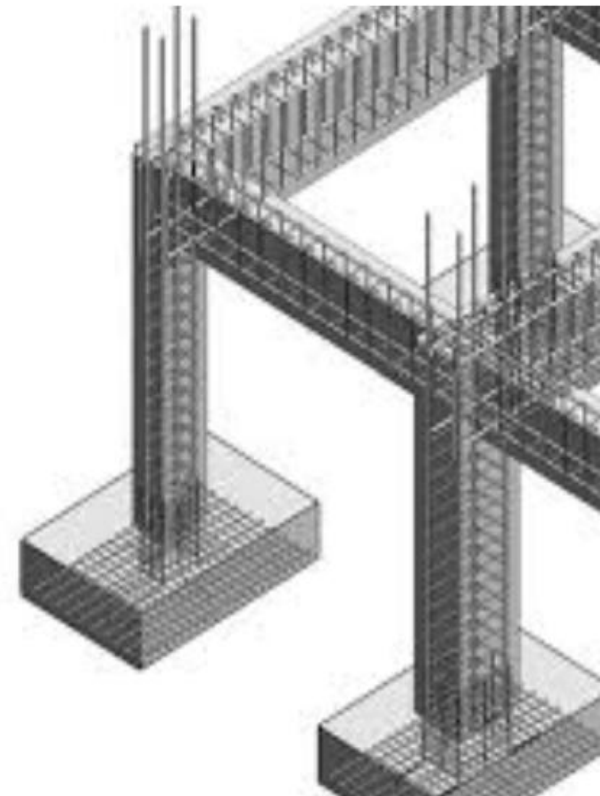
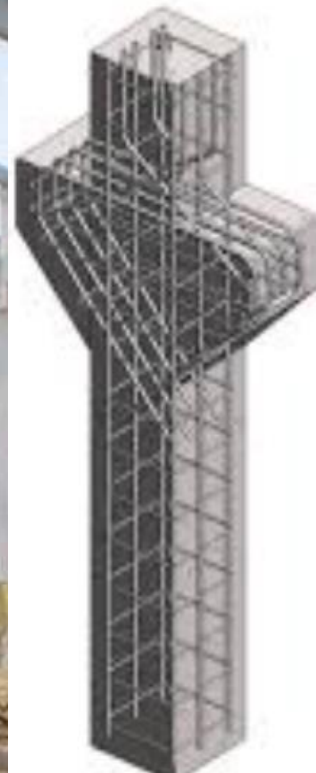


Thank you



Chương 7: Cấu kiện chịu nén, kéo

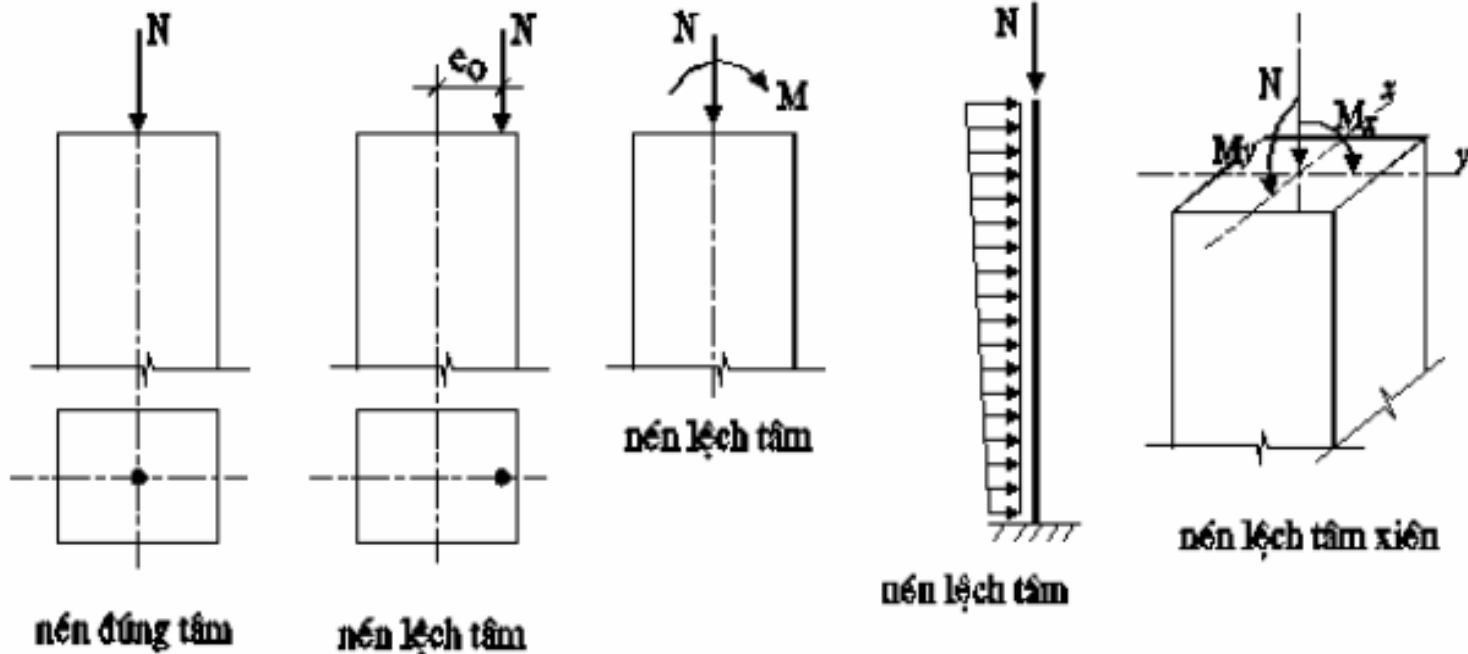
- A. Cấu kiện chịu nén
- B. Cấu kiện chịu kéo



■ A. Cấu kiện chịu nén

- 7.1. Đại cương về cấu kiện chịu nén
- 7.2. Cấu kiện chịu nén đúng tâm
- 7.3. Sự làm việc của cấu kiện chịu nén lệch tâm
- 7.4. Nén lệch tâm, tiết diện chữ nhật

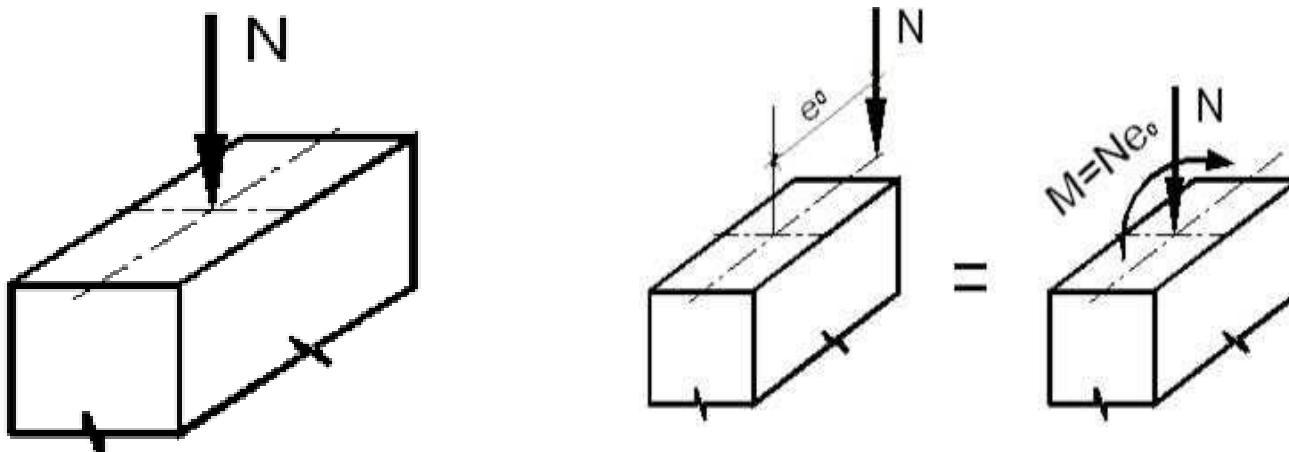
- Nén đúng tâm: chỉ có lực dọc N đặt trùng với trọng tâm tiết diện ngang.
- Nén lệch tâm: có lực dọc N và momen uốn M



7.1. Cấu tạo tiết diện BTCT chịu nén.

7.1.1 Tiết diện:

- Hình dạng và kích thước tiết diện:
 - Nén đúng tâm: vuông, chữ nhật, tròn..
 - Nén lệch tâm: chữ I, Chữ T...
 - Với tiết diện chữ nhật:
 $h/b = 1.5 \div 3$
H, b nên là bội số của 50mm



7.1. Cấu tạo tiết diện BTCT chịu nén.

7.1.1 Tiết diện:

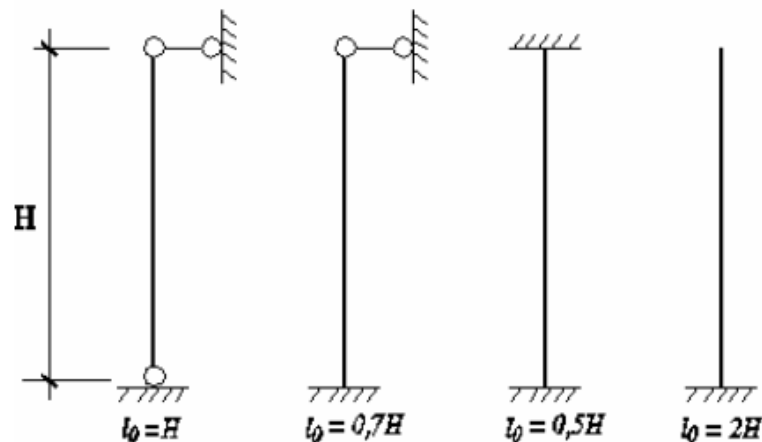
- Sơ bộ chọn kích thước tiết diện:

$$F = \frac{kN}{R_n}$$

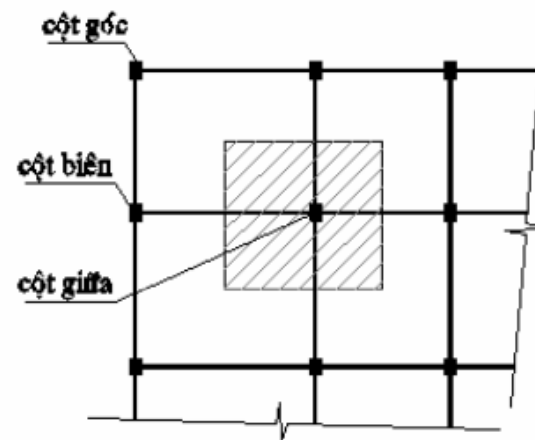
$k = 0,9 \div 1,1$ đối với cấu kiện chịu nén đúng tâm.

$k = 1,1 \div 1,4$ đối với cấu kiện chịu nén lệch tâm.

N _ lực dọc tính toán.



Hình 7.3 Chiều dài tính toán



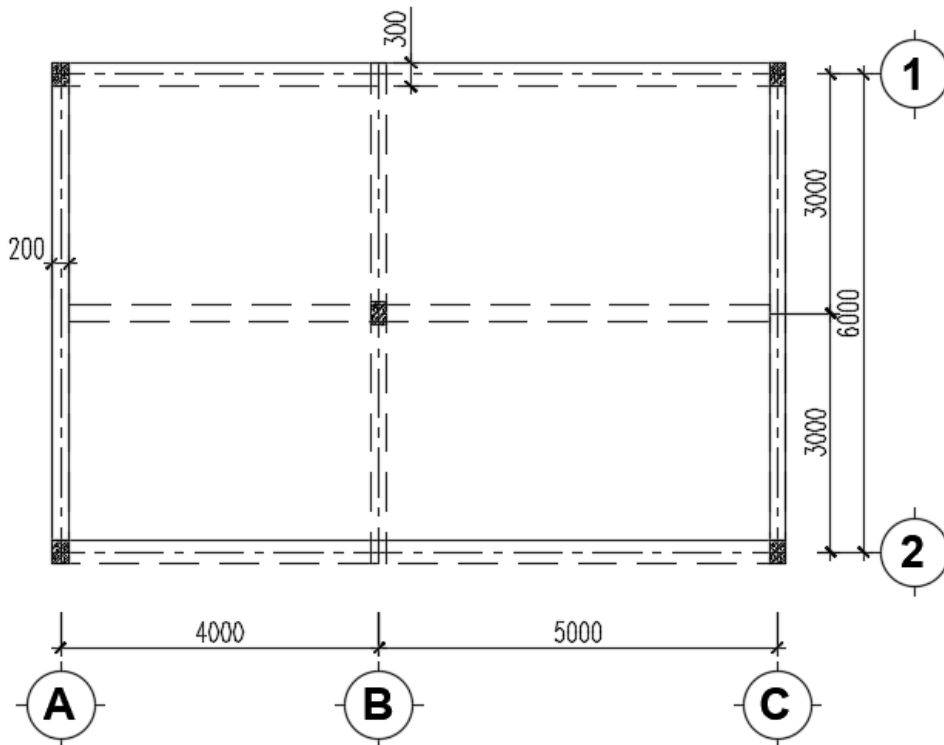
Xác định diện tích truyền tải lên cột

Hình 7.4

7.1. Cấu tạo tiết diện BTCT chịu nén.

7.1.1 Tiết diện:

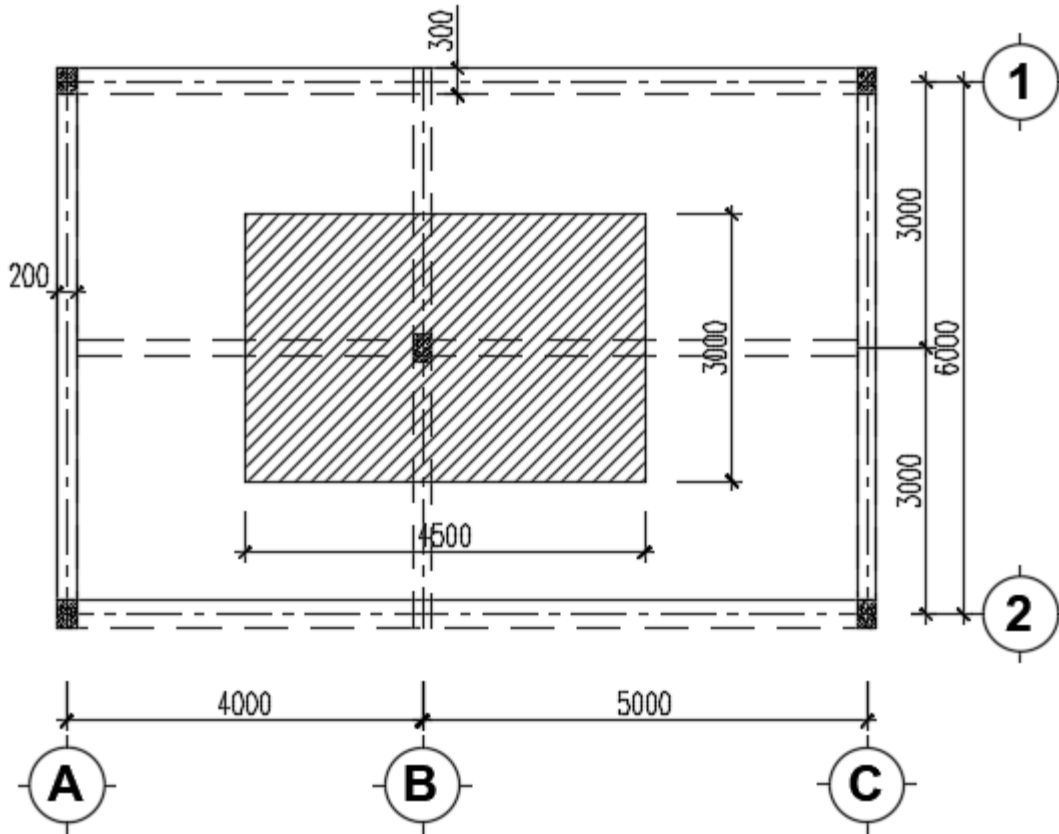
Ví dụ: Cho mặt bằng nhà 3 tầng kết cấu như hình, sơ bộ kích thước cột giữa. Sử dụng betong B20 có $R_n=11,5\text{Mpa}$



7.1. Cấu tạo tiết diện BTCT chịu nén.

7.1.1 Tiết diện:

Xác định diện tích truyền tải:.



7.1. Cấu tạo tiết diện BTCT chịu nén.

7.1.1 Tiết diện:

- Chọn bê tông B20 có $R_n=115 \text{ kG/cm}^2$
- Giả định nhà dân dụng có $q=1000\text{kG/m}^2$

$$F = \frac{kN}{R_n} = \frac{1,4 * (3 * 1000 * 10^{-4} * 300 * 450)}{115} = 493\text{cm}^2$$

- Chọn cột 20x30 có $F= 600\text{cm}^2$

7.1. Cấu tạo tiết diện BTCT chịu nén.

7.1.1 Tiết diện:

- Chọn kích thước tiết diện phải chú ý đến điều kiện độ mảnh λ không được vượt quá độ mảnh giới hạn $[\lambda]$

$$\lambda = \frac{l_0}{r}$$

+ l_0 : Chiều dài tính toán.

+ r : bán kính quán tính.

$$r = \sqrt{J / F}$$

+ J : Momen quán tính.

+ F : Diện tích tiết diện

7.1. Cấu tạo tiết diện BTCT chịu nén.

7.1.2 Cốt thép:

- Cốt dọc:

-Hàm lượng cốt thép :

- Nén đúng tâm : $\mu_{\min} \leq \mu = \frac{F'_{at}}{F} \leq \mu_{\max} = 3\% \div 4\%$

Thường lấy $\mu_{\min} = 0,4\%$ khi $10 \leq \lambda_b \leq 24$

- Nén lệch tâm : $\mu_a = \frac{F_a}{bh_0}$; $\mu'_a = \frac{F'_a}{bh_0}$

$\mu_a, \mu'_a \geq \mu_{\min}$. Thường lấy $\mu_{\min} = 0,2\%$ khi $10 \leq \lambda_h \leq 24$

$$\mu = \mu_a + \mu'_a \leq \mu_{\max} = (3,5 \div 4) \%$$

7.1. Cấu tạo tiết diện BTCT chịu nén.**7.1.2 Cốt thép:**

- Cốt dọc:

- Đường kính cốt dọc chịu lực d_{12} đến d_{40}

- Khoảng cách cốt dọc: 50 – 400mm

- Bố trí cốt dọc chịu lực:

- + Nén đúng tâm: đặt đối xứng, thường rải theo chu vi.

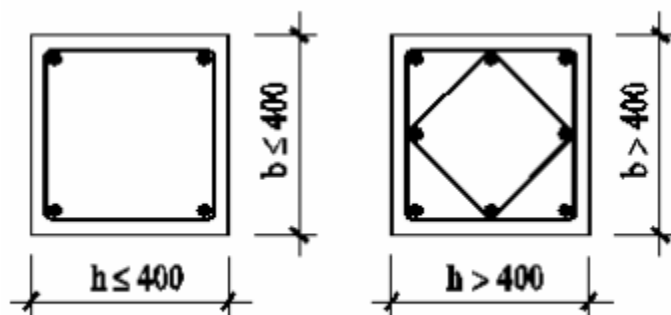
- + Nén lệch tâm: thép bố trí ở 2 mép tiết diện vuông góc mặt phẳng uốn

7.1. Cấu tạo tiết diện BTCT chịu nén.**7.1.2 Cốt thép:**

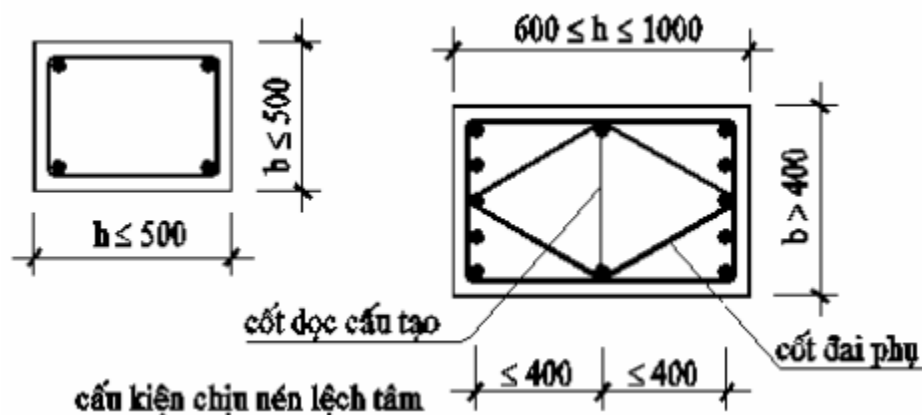
- Cốt đai:
 - + Giữ ổn định cho cốt dọc chịu nén.
 - + Tạo thành khung thép, giữ vị trí các cốt dọc khi đổ bê tông.
 - + Chống lại sự nở ngang, hạn chế co ngót
 - + Chịu lực cắt
- Lực cắt trong cấu kiện chịu nén thường nhỏ: cốt đai đặt theo cấu tạo

7.1. Cấu tạo tiết diện BTCT chịu nén.**7.1.2 Cốt thép:**

- Cốt đai:



cấu kiện chịu nén đúng tâm



7.2. Tính toán cấu kiện chịu nén đúng tâm

7.2.1 Sơ đồ ứng suất:

- Khi cấu kiện bị phá hoại ứng suất trong bê tông đạt tới cường độ chịu nén R_n của bê tông và ứng suất trong cốt thép đạt tới cường độ chịu nén R'_a của cốt thép,

Điều kiện tính toán :

$$N \leq N_{gh} = \varphi (m_b R_n F_b + R'_a F'_{at})$$

N _ lực dọc do tải trọng tính toán

F'_{at} _ diện tích toàn bộ cốt thép chịu nén

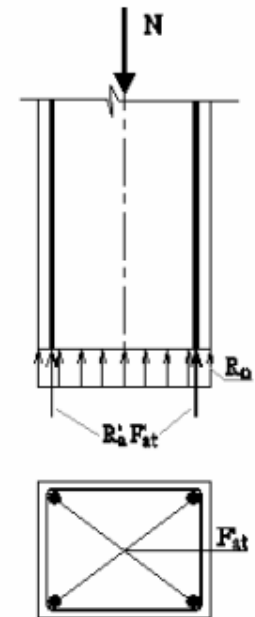
F_b _ diện tích làm việc của tiết diện bê tông

$$F_b = F_{\text{tiết diện}} \text{ khi } \mu \leq 3\%$$

$$F_b = F_{\text{tiết diện}} - F'_{at} \text{ khi } \mu > 3\%$$

R_n _ cường độ chịu nén tính toán của bê tông

R'_a _ cường độ chịu nén tính toán của cốt thép



Hình 7.6 Sơ đồ ứng suất cấu kiện chịu nén đúng tâm

7.2. Tính toán cấu kiện chịu nén đúng tâm

7.2.1 Sơ đồ ứng suất:

Hệ số uốn dọc φ kể đến hiện tượng xảy ra làm giảm khả năng chịu lực của cột:

Hệ số uốn dọc φ được tra bảng:

Bảng 7.1 Hệ số uốn dọc của cấu kiện BTCT chịu nén trung tâm

TD bất kỳ $\lambda = l_0/r$	28	35	48	62	76	90	110
TD chữ nhật $\lambda_b = l_0/b$	8	10	14	18	22	26	32
TD tròn $\lambda_D = l_0/D$	7	8,5	12	15,5	19	22,5	28
Hệ số uốn dọc φ	1	0,98	0,93	0,85	0,77	0,68	0,54

7.2. Tính toán cấu kiện chịu nén đúng tâm

7.2.2 Các dạng bài toán:

♦ Bài toán tính cốt thép

Biết : lực dọc N , mác bê tông, nhóm cốt thép, tiết diện, sơ đồ liên kết

Yêu cầu : tính F'_{at}

Giải

- Xác định l_0 . Tính λ (phải thỏa $\lambda \leq [\lambda]$). Tra bảng ra φ .
- Tính F'_{at} theo công thức

$$F'_{at} = \frac{\frac{N}{\varphi} - m_b R_n F_b}{R'_a} \quad (7.4)$$

- Chọn thép, bố trí (chú ý các yêu cầu cấu tạo). Kiểm tra hàm lượng cốt thép.
 - nếu $\mu > \mu_{\max}$ thì cần tăng kích thước tiết diện hoặc tăng mác bê tông.
 - nếu $\mu < \mu_{\min}$ thì có thể giảm kích thước tiết diện.

7.2. Tính toán cấu kiện chịu nén đúng tâm

7.2.2 Các dạng bài toán:

◆ Bài toán kiểm tra cường độ

Biết : F'_{at} , tiết diện, mác bê tông, nhóm cốt thép, sơ đồ liên kết.

Yêu cầu : kiểm tra khả năng chịu lực

Giải

- Xác định l_0 . Tính λ . Tra bảng ra φ .
- Xác định N_{gh} và kiểm tra theo (7.3).

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.1 Sự làm việc của cấu kiện chịu nén lệch tâm:

a./ Độ lệch tâm:

- Ngoài độ lệch tâm $e_1=M/N$, khi thiết kế phải tính đến độ lệch tâm ngẫu nhiên do sai lệch kích thước hình học thi công.

$$e_0=e_1+e_a$$

e_a được lấy theo thực tế.

- Đối với các bộ phận kết cấu siêu tĩnh không chịu lực nén trực tiếp cho phép lấy $e_a=0$

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.1 Sự làm việc của cấu kiện chịu nén lệch tâm:

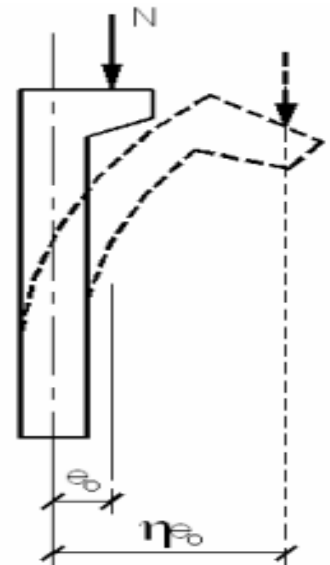
b./ Ảnh hưởng của uốn dọc:

- Lực dọc đặt lệch tâm làm cho cấu kiện có độ võng, độ lệch tâm ban đầu tăng lên. Hiện tượng này được kể đến thông qua hệ số uốn dọc:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{th}}}$$

Lực dọc tối hạn N_{th} được xác định bằng công thức thực nghiệm

$$N_{th} = \frac{6,4}{l_o^2} \left(\frac{S}{K_{dh}} E_b J_b + E_a J_a \right)$$



Hình 7.7 Ảnh hưởng của uốn dọc

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.1 Sự làm việc của cấu kiện chịu nén lệch tâm:

c./ Hai trường hợp nén lệch tâm:

- Lệch tâm lớn: Khi M lớn, N tương đối nhỏ. Tiết diện một vùng chịu kéo, một vùng chịu nén.
- Lệch tâm bé: Khi N tương đối lớn, M tương đối nhỏ.
Cấu kiện có thể:
 - + Chịu nén toàn bộ
 - + Có một vùng chịu kéo nhỏ và một vùng chịu nén

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.2 Tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật:

a./ Các phương trình cân bằng:

Lệch tâm lớn

* Phương trình hình chiếu lên trục dọc cấu kiện :

$$N \leq R_n b x + R'_a F'_a - R_a F_a \quad (7.11)$$

* Phương trình mômen của các lực đối với trục đi qua trọng tâm cốt thép F_a và thẳng góc với mặt phẳng uốn :

$$N e \leq R_n b x (h_0 - 0,5x) + R'_a F'_a (h_0 - a') \quad (7.12)$$

trong đó e , e' là khoảng cách từ trọng tâm cốt thép chịu kéo, chịu nén đến điểm đặt lực dọc lệch tâm.

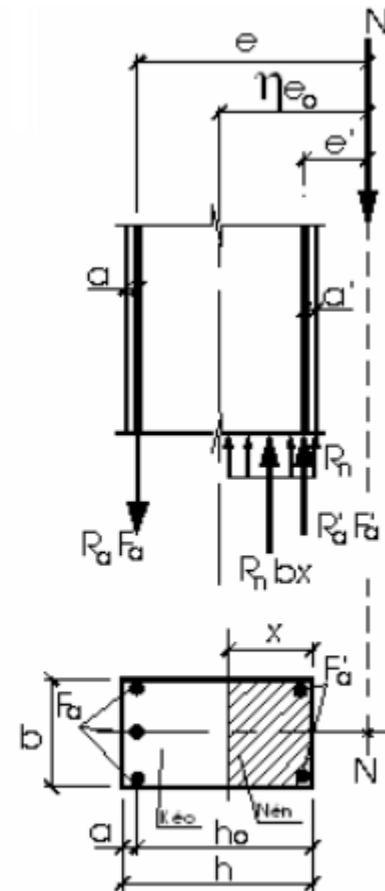
$$e = \eta e_0 + 0,5h - a \quad (7.13a)$$

$$e' = |\eta e_0 - 0,5h + a'| \quad (7.13b)$$

▪ Điều kiện áp dụng :

$x = \alpha h_0 \leq \alpha_0 h_0$ để ứng suất trong F_a đạt R_a .

$x \geq 2a'$ để ứng suất trong F'_a đạt R'_a .



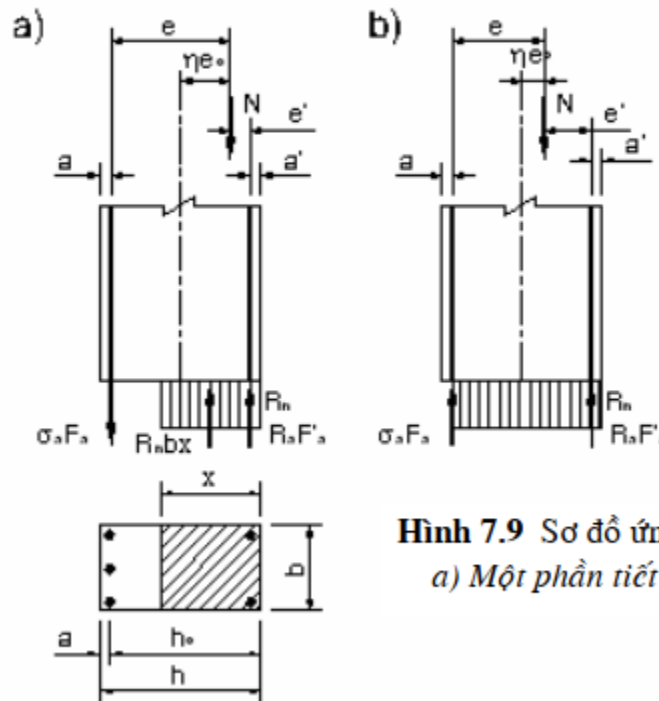
Hình 7.8 Sơ đồ ứng suất để tính cấu kiện nén lệch tâm lớn

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.2 Tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật:

a./ Các phương trình cân bằng:

Lệch tâm bé



Hình 7.9 Sơ đồ ứng suất để tính cấu kiện nén lệch tâm bé

a) Một phần tiết diện bị kéo b) Toàn bộ tiết diện bị nén

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.2 Tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật:

a./ Các phương trình cân bằng:

Lệch tâm bé

Với sơ đồ ứng suất như hình vẽ 7.9, ta viết được các phương trình cân bằng :

- Phương trình mômen đối với trục đi qua trọng tâm cốt thép F_a

$$Ne \leq R_n b x (h_0 - 0,5x) + R'_a F'_a (h_0 - a') \quad (7.14)$$

- Phương trình mômen đối với trục đi qua trọng tâm cốt thép F'_a

$$Ne' \leq R_n b x (h_0 - 0,5x) \pm \sigma_a F_a (h_0 - a') \quad (7.15)$$

☞ Lấy dấu (+) khi F_a là cốt thép chịu **nén ít** (cả tiết diện đều chịu nén)

☞ Lấy dấu (-) khi F_a là cốt thép chịu **kéo**

☞ Thực nghiệm cho : $\sigma_a = \left(1 - \frac{\eta e_0}{h_0}\right) R'_a \approx 0,8 R'_a$

- Điều kiện áp dụng : $x > \alpha_0 h_0$.
- Các khoảng cách e và e' vẫn tính theo công thức (7.13). Khi tính e' có thể không kể e_{ng} , hoặc nếu có kể thì phải lấy e_{ng} theo hướng làm tăng e' .

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.2 Tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật:

b./ Bài toán tính cốt thép không đối xứng:

♦ Xác định trường hợp lệch tâm :

- Nếu $\eta e_o \geq e_{ogh} \Rightarrow$ lệch tâm lớn.
- Nếu $\eta e_o < e_{ogh} \Rightarrow$ lệch tâm bé.

Trong đó $e_{ogh} = 0,4(1,25h - \alpha_o h_o)$

♦ Tính cốt thép KHÔNG ĐỐI XỨNG cho trường hợp LỆCH TÂM LỚN :

- Giả thiết hàm lượng cốt thép μ_{gt} để tính hệ số uốn dọc η
- Xem như tận dụng hết khả năng chịu lực của vùng chịu nén nên $x = \alpha_o h_o$.

○ Diện tích cốt thép chịu nén :
$$F'_a = \frac{Ne - A_o R_n b h_o^2}{R'_a (h_o - a')}$$
 (7.16)

○ Diện tích cốt thép chịu kéo :
$$F_a = \frac{\alpha_o R_n b h_o - N}{R_a} + \frac{R'_a}{R_a} F'_a$$
 (7.17)

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.2 Tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật:

b./ Bài toán tính cốt thép không đối xứng:

♦ Tính cốt thép KHÔNG ĐỐI XỨNG cho trường hợp LỆCH TÂM BÉ :

▪ Xác định x bằng các biểu thức thực nghiệm (7.18) hoặc (7.19)

Nếu $\eta e_o \leq 0,2h_o$ $x = h - \left(1,8 + \frac{0,5h}{h_o} - 1,4\alpha_o \right) \eta e_o \quad (7.18)$	Nếu $\eta e_o > 0,2h_o$ $x = 1,8(e_{ogh} - \eta e_o) + \alpha_o h_o \quad (7.19)$ nhưng không bé hơn $\alpha_o h_o$
Với x mới tính được, ta có	$F_a' = \frac{Ne - R_n bx(h_o - 0,5x)}{R_a'(h_o - a')} \quad (7.20)$

▪ Nếu $e_o \geq 0,15h_o$ thì F_a được đặt theo cấu tạo $F_a \geq 0,002bh_o$.

▪ Nếu $e_o < 0,15h_o$ thì F_a được tính như sau :
$$F_a = \frac{Ne' - R_n bx(0,5x - a')}{\sigma_a(h_o - a')} \quad (7.21)$$

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.2 Tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật:

c./ Bài toán tính cốt thép đối xứng:

- ♦ Xác định trường hợp lệch tâm :

Chiều cao sơ bộ vùng nén :
$$x = \frac{N}{R_n b} \quad (7.22)$$

- Nếu $x < \alpha_o h_o$: lệch tâm lớn.
- Nếu $x \geq \alpha_o h_o$: lệch tâm bé.

- ♦ Tính thép ĐỐI XỨNG cho trường hợp LỆCH TÂM LỚN :

Nếu $x \geq 2a'$	Nếu $x < 2a'$
$F_a = F'_a = \frac{N(e - h_o + 0,5x)}{R'_a(h_o - a')} \quad (7.23)$	$F_a = F'_a = \frac{Ne'}{R'_a(h_o - a')} \quad (7.24)$

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.2 Tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật:

c./ Bài toán tính cốt thép đối xứng:

- ♦ Tính thép ĐỐI XỨNG cho trường hợp LỆCH TÂM BÉ :

Tính lại chiều cao vùng nén x :

Nếu $\eta e_o \leq 0,2h_o$	Nếu $\eta e_o > 0,2h_o$
$x = h - \left(1,8 + \frac{0,5h}{h_o} - 1,4\alpha_o \right) \eta e_o \quad (7.18)$	$x = 1,8(e_{ogh} - \eta e_o) + \alpha_o h_o \quad (7.19)$ nhưng không bé hơn $\alpha_o h_o$

Từ đó

$$F_a = F'_a = \frac{Ne - R_n bx(h_o - 0,5x)}{R'_a(h_o - a')} \quad (7.25)$$

- ♦ Kiểm tra lại hàm lượng thép thực tế và hàm lượng thép giả thiết

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.2 Tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật:

d./ Bài toán kiểm tra khả năng chịu lực:

Biết : $b, h, l_0, R_a, R'_a, R_n, F_a, F'_a$.

Kiểm tra : cấu kiện có chịu được cặp nội lực (M, N) hay không ?

Giải

- Xác định η
- Tính x từ (7.11)

$$x = \frac{N + R_a F_a - R'_a F'_a}{R_n b} \quad (7.26)$$

Các trường hợp có thể gặp :

- Nếu $2a' < x < \alpha_0 h_0 \Rightarrow$ Lệch tâm lớn

- ♦ Tính $e = \eta e_0 + 0,5h - a$.
- ♦ Kiểm tra theo điều kiện

$$Ne \leq R_n b x (h_0 - 0,5x) + R'_a F'_a (h_0 - a') \quad (7.12)$$

7.3. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM:

7.3.2 Tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật:

d./ Bài toán kiểm tra khả năng chịu lực:

- Nếu $x < 2a'$

♦ Tính $e = \eta e_o - 0,5h + a'$.

♦ Kiểm tra theo điều kiện

$$Ne' \leq R_a F_a (h_o - a') \quad (7.27)$$

- Nếu $x > \alpha_o h_o \Rightarrow$ lệch tâm bé.

○ Tính $e = \eta e_o + 0,5h - a$ và $e' = 0,5h - \eta e_o - a'$.

○ Tính lại x :

$$\text{Nếu } \eta e_o \leq 0,2h_o \text{ thì } x = h - \left(1,8 + \frac{0,5h}{h_o} - 1,4\alpha_o \right) \eta e_o \quad (7.18)$$

$$\text{Nếu } \eta e_o > 0,2h_o \text{ thì } x = 1,8(e_{ogh} - \eta e_o) + \alpha_o h_o \geq \alpha_o h_o \quad (7.19)$$

○ Với x vừa tính được, kiểm tra theo điều kiện

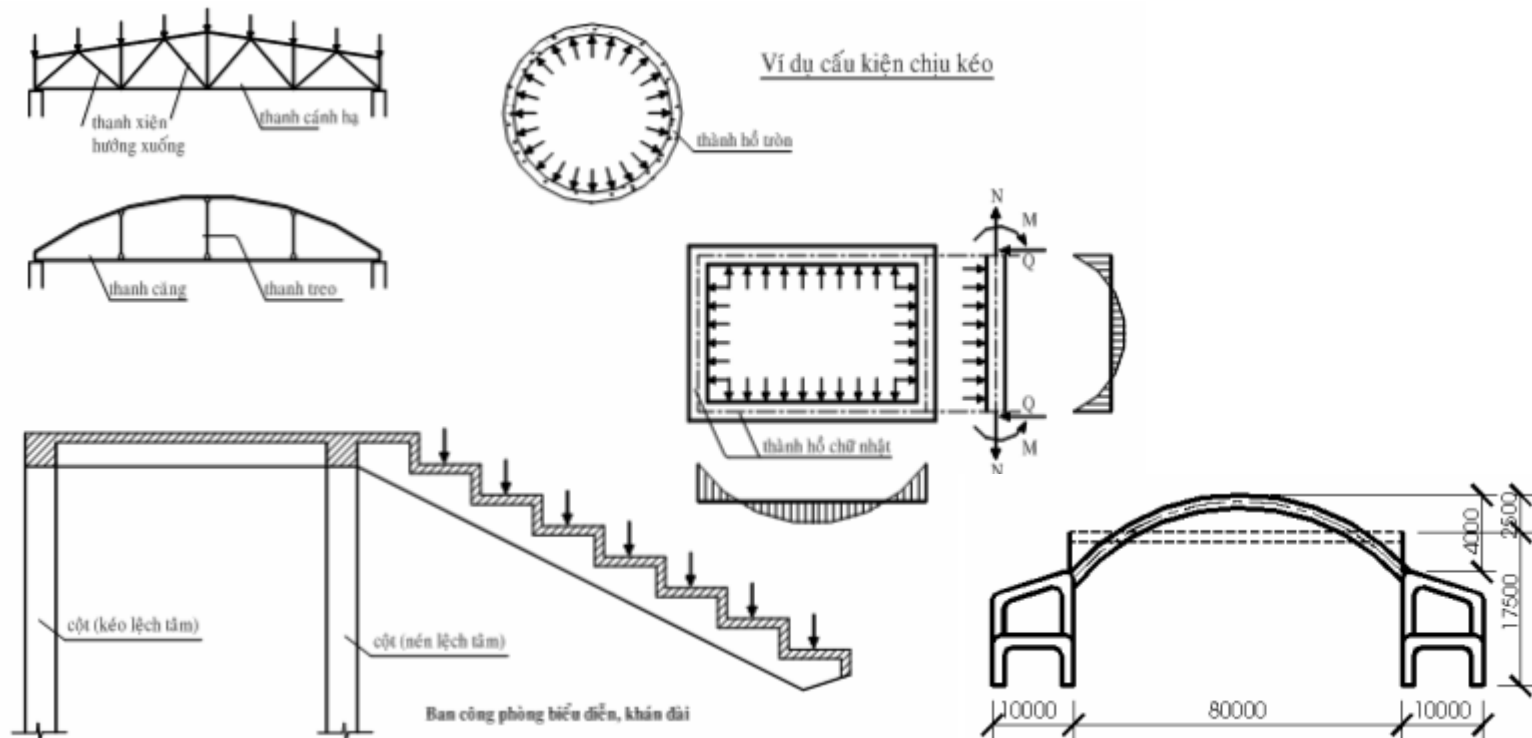
$$Ne \leq R_n b x (h_o - 0,5x) + R'_a F'_a (h_o - a') \quad (7.12)$$

Đặc biệt, nếu $x > 0,9h_o$ thì kiểm tra thêm điều kiện

$$Ne' \leq R_n b x (0,5x - a') \pm \sigma_a F_a (h_o - a') \quad (7.15)$$

7.4. CẤU KIỆN CHỊU KÉO:

Các cấu kiện chịu kéo thường gặp là thanh kéo của dàn, thanh treo của vòm, thành bể, cột kháng đài..

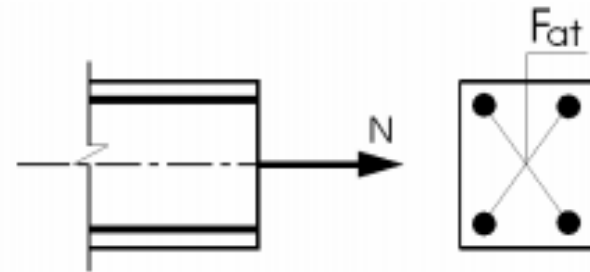


7.4. CẤU KIỆN CHỊU KÉO:

- *Cấu kiện chịu kéo đúng tâm :*
 - Thường có tiết diện chữ nhật
 - Cốt thép dọc chịu lực bố trí đối xứng theo chu vi tiết diện, hàm lượng $\mu = \frac{F_{at}}{F} \geq 0,4\%$
(F_{at} là tổng diện tích cốt thép). Khoảng cách cốt đai không quá 500 mm.
- *Cấu kiện chịu kéo lệch tâm :*
 - Cốt thép dọc có thể bố trí đối xứng hoặc không đối xứng.
 - Hàm lượng $\mu_a = \frac{F_a}{bh_0} \geq 0,2\%$ và $\mu'_a = \frac{F'_a}{bh_0} \geq 0,2\%$

7.5. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU KÉO ĐÚNG TÂM:

Sau khi bê tông nứt, toàn bộ lực kéo là do cốt thép chịu. Như vậy, bê tông chỉ có ý nghĩa bảo vệ cốt thép. Ta cần tính toán để hạn chế bề rộng khe nứt.



Hình 7.11 Sơ đồ tính toán cấu kiện kéo đúng tâm

Điều kiện cường độ (khả năng chịu lực) của cấu kiện chịu kéo đúng tâm :

$$N \leq N_{gh} = R_a F_{at} \quad (7.28)$$

7.6. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU KÉO LỆCH TÂM CÓ TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT:

7.6.1 Kéo lệch tâm lớn:

- Lực dọc N nằm ngoài phạm vi cốt thép F_a và F'_a . Lúc đó $e_0 = \frac{M}{N} > (0,5h - a)$
- Tiết diện được phân thành hai vùng kéo và nén $\Rightarrow$ cấu kiện được cấu tạo như đối với cấu kiện chịu uốn.
- Với sơ đồ ứng suất như hình 7.12, ta viết được các phương trình cân bằng :

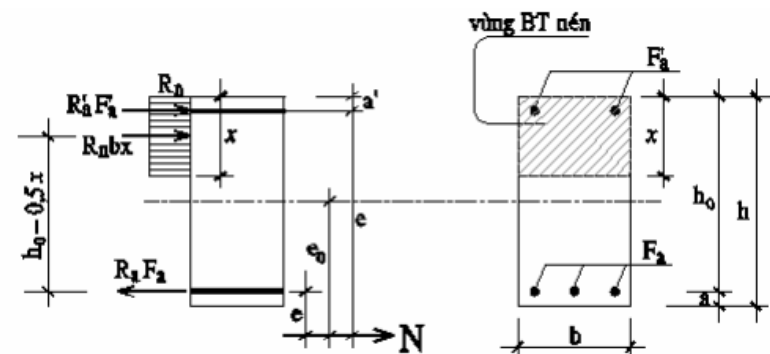
$$N \leq R_a F_a - R_n b x - R'_a F'_a \quad (7.29)$$

$$N e \leq R_n b x (h_0 - 0,5x) + R'_a F'_a (h_0 - a') \quad (7.30)$$

♦ Điều kiện áp dụng :

$$x = \alpha h_0 \leq \alpha_0 h_0$$

$$x \geq 2a' \text{ (để ứng suất trong } F'_a \text{ đạt tới } R'_a)$$



Hình 7.12 Sơ đồ tính toán cấu kiện chịu kéo lệch tâm lớn

7.6. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU KÉO LỆCH TÂM CÓ TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT:

7.6.1 Kéo lệch tâm lớn:

Bài toán tính cốt thép

- Cho biết : M, N, b, h , vật liệu.
- Tính : F_a và F'_a ?

Giải

- Bài toán kéo lệch tâm lớn $e_0 = M/N > 0,5h - a$
- Hệ hai phương trình (7.29) và (7.30) có đến ba ẩn số. Giả thiết rằng ta tận dụng hết khả năng chịu nén của bê tông, ta chọn $x = \alpha_0 h_0 \Leftrightarrow A = A_0$. Lúc đó, từ (7.30) suy ra

$$F'_a = \frac{Ne - A_0 R_n b h_0^2}{R'_a (h_0 - a')} \quad (7.31)$$

trong đó $e = e_0 - 0,5h + a$.

- Nếu $F'_a > 0$ thì từ (7.30) suy ra

$$F_a = \frac{N + R_n b x + R'_a F'_a}{R_a} = \frac{N + \alpha_0 R_n b h_0 + R'_a F'_a}{R_a} \quad (7.32)$$

- Nếu $F'_a \leq 0$

- Đặt F'_a theo cấu tạo $F'_a \geq 0,002bh_0$; đồng thời $F'_a \geq 2\phi 14$.
- Với F'_a đã biết, từ (7.30) ta tính được

$$A = \frac{Ne - R'_a F'_a (h_0 - a')}{R_n b h_0^2} \quad (7.33)$$

7.6. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU KÉO LỆCH TÂM CÓ TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT:

7.6.1 Kéo lệch tâm bé:

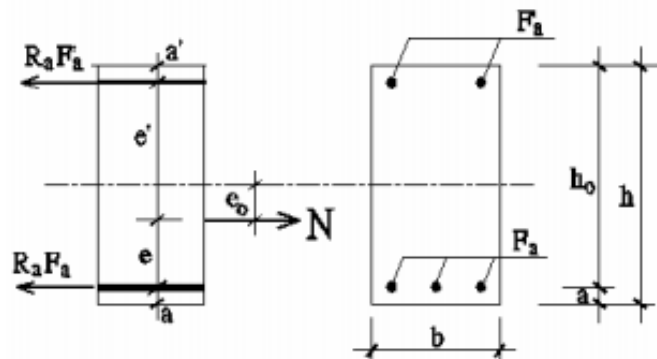
- Lực dọc N nằm trong phạm vi cốt thép F_a và F'_a . Lúc đó $e_o = \frac{M}{N} < (0,5h - a)$
- Bỏ qua khả năng chịu kéo của bê tông, toàn bộ lực kéo là do cốt thép chịu và ứng suất trong cốt thép đạt tới R_a . Cả F_a và F'_a đều chịu kéo.
- Với sơ đồ ứng suất như hình 7.13, ta viết được các phương trình cân bằng :

$$Ne \leq R_a F'_a (h_0 - a') \quad (7.36)$$

$$Ne' \leq R_a F_a (h_0 - a') \quad (7.37)$$

trong đó $e = 0,5h - e_o - a$ và $e' = 0,5h + e_o - a'$.

- Từ (7.36) và (7.37) dễ dàng tính được diện tích cốt thép F_a và F'_a .



Hình 7.13 Sơ đồ tính toán cấu kiện chịu kéo lệch tâm bé

7.6. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU KÉO LỆCH TÂM CÓ TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT:**7.6.2 Tính toán cấu kiện chịu kéo lệch tâm theo lực cắt:**

- Lực kéo kết hợp với lực cắt sẽ dễ gây vết nứt nghiêng.
- Để bảo đảm điều kiện cường độ trên tiết diện nghiêng theo ứng suất nén chính, cần thỏa điều kiện

$$Q \leq k_0 R_n b h_0 \quad (7.38)$$

- Để không cần tính toán cốt đai theo lực cắt, chỉ cần đặt theo cấu tạo, thì phải

$$Q \leq k_1 R_k b h_0 - 0,2N \quad (7.39)$$

Các hệ số k_0 và k_1 được lấy như đối với cấu kiện chịu uốn.

- Nếu không thỏa (7.39), nhưng phải thỏa (7.38), thì cần phải tính toán cốt đai sao cho

$$Q \leq 2,8 \sqrt{(R_k b h_0 - 0,2N) h_0 q_d} \quad (7.40)$$

trong đó q_d được xác định như đối với cấu kiện chịu uốn.



Thank you